



TUGAS AKHIR - SS 091324

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI GIZI BURUK BALITA DI KABUPATEN SAMPANG DENGAN MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE

SULISTYA UMMIE RUHMANA SARI
NRP 1310 100 017

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL PROJECT - SS 091324

FACTORS THAT INFLUENCE TODDLERS MALNUTRITION IN SAMPANG USING NONPARAMETRIC SPLINE

SULISTYA UMMIE RUHMANA SARI
NRP 1310 100 017

Supervisor
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014

LEMBAR PENGESAHAN

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI GIZI BURUK BALITA DI KABUPATEN SAMPANG DENGAN MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE*

TUGAS AKHIR

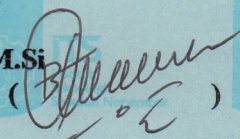
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

SULISTYA UMMIE RUHMANA SARI
NRP. 1310 100 017

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si
NIP. 19650603 198903 1 003



Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



Dr. Muhammad Mashuri, MT
NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, JULI 2014

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI GIZI BURUK BALITA DI KABUPATEN SAMPANG DENGAN MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE

Nama : Sulistya Ummie Ruhmana Sari
NRP : 1310 100 017
Jurusan : Statistika
Dosen Pembimbing : Prof.Dr.Drs.I Nyoman Budiantara, M.Si

ABSTRAK

Gizi buruk adalah sebuah keadaan dimana seseorang mengalami kekurangan nutrisi atau kebutuhan nutrisi yang masih berada di bawah standar. Gizi buruk menjadi indikator dari kualitas penduduk suatu negara. Tingkat kesehatan dijadikan sebagai indikator kualitas penduduk. Banyak faktor yang mempengaruhi persentase gizi buruk balita di Kabupaten Sampang, sehingga perlu dilakukan pemodelan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi persentase gizi buruk balita. Penelitian ini menggunakan 5 faktor yang diduga mempengaruhi persentase gizi buruk balita di Kabupaten Sampang yang meliputi BBLR, ketersediaan posyandu, balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan, balita yang mendapatkan vitamin A dan balita yang mendapatkan ASI eksklusif. Data persentase gizi buruk balita dan 5 faktor yang diduga berpengaruh merupakan data yang diperoleh dari Profil Dinas Kesehatan Kabupaten Sampang tahun 2013. Dengan menggunakan regresi nonparametrik spline didapatkan kesimpulan bahwa semua variabel prediktor berpengaruh terhadap persentase gizi buruk balita di Kabupaten Sampang dengan R^2 sebesar 87,45% yang artinya bahwa model regresi nonparametrik Spline yang diperoleh dapat menjelaskan persentase gizi buruk balita sebesar 87,45%.

Kata kunci : regresi, nonparametrik, spline, persentase gizi buruk balita

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

FACTORS THAT INFLUENCE TODDLERS MALNUTRITION IN SAMPANG USING NONPARAMETRIC SPLINE REGRESSION

Name : Sulistya Ummie Ruhmana Sari
NRP : 1310 100 017
Department : Statistics
Lecturer Advisor : Prof.Dr.Drs.I Nyoman Budiantara, M.Si

ABSTRACT

Malnutrition is a situation that someone have a nutrition in below of standart. Malnutrition become an indicator of society's quality in a country. The level of healthy be an indicator of society's quality. Many factors affect toddlers malnutrition in Sampang, so that modeling needs to be done to determine which factors that affect toddlers malnutrition significantly. This research uses five factors suspected affect toddlers malnutrition in Sampang as BBLR, the availability of Posyandu, toddlers who get healthy service, toddlers who get vitamin A, and toddlers who get ASI eksklusif. Data of percentage of toddlers malnutrition and five factors are obtained from the Profile of Healthy Departement in Sampang. Using nonparametric spline regression have conclusion that all predictor variables have a significant impact to the percentage of toddlers malnutrition with the R-square is 87,45%. It is mean that the model of nonparametric spline regression which obtained from the process can describe the percentage of toddlers malnutrition is 87,45%.

Keywords: *regression, nonparametric, spline, percentage of toddlers malnutrition*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah selalu penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang memberikan kemudahan, petunjuk, serta rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan Judul “FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI GIZI BURUK BALITA DI KABUPATEN SAMPANG DENGAN MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE”.

Selesainya Tugas Akhir serta laporan ini tak lepas dari peranan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Orang Tua tercinta, Bapak Seto Wardoyo dan Ibu Ummu Kultum yang tak henti-hentinya selalu mendo'akan dan memberi semangat. Terimakasih telah menjadi sumber kekuatan selama ini.
2. Bapak Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan segala nasehat serta pengetahuan baru dengan sabarnya demi terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Vita Ratnasari, S.Si, M.Si dan Ibu Maduratna, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritik dan masukan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Saudara-saudara tercinta, Mbak Nuning, Mbak Dyah, yang selalu mencurahkan kasih sayang tiada tara.
5. Geng rempongers, Merly, Ziiza, Mega, Haris. Terimakasih atas suka duka bersama-sama selama ini.
6. Teman-teman senasib seperjuangan, Citra, Syaiful dan Ginting atas semua sedih dan senang bersama. Bersyukur ada ditengah kalian.
7. Teman-teman seperjuangan, $\Sigma 21$ atas kebersamaan dan dukungannya.
8. Rumah tempat saya mengabdikan dan mendapatkan banyak pengalaman berharga, Statistika-ITS.

9. Pihak-pihak lain yang telah mendukung dan membantu atas terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Besar harapan penulis agar Tugas Akhir ini bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan bagi berbagai pihak. Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif.....	7
2.2 Analisis Regresi	7
2.3 Regresi Parametrik Spline.....	8
2.4 Regresi Nonparametrik Spline	8
2.5 Regresi Semiparametrik Spline.....	10
2.6 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	10
2.7 Pengujian Parameter Model	11
2.6.1 Uji Serentak	11
2.6.2 Uji Parsial	12
2.8 Pengujian Asumsi Residual	13
2.7.1 Uji Identik.....	13
2.7.2 Uji Independen.....	14
2.7.3 Uji Distribusi Normal	15
2.9 Pengertian Gizi Buruk.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian	18
3.2 Langkah-Langkah Penelitian	20

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Deskriptif Karakteristik Persentase Gizi Buruk Balita ...	23
4.1.1	Persentase Bayi Berat Lahir Rendah	25
4.1.2	Persentase Ketersediaan Posyandu	26
4.1.3	Persentase Balita yang Mendapatkan Pelayanan Kesehatan.....	27
4.1.4	Persentase Balita yang Mendapat Vitamin A	28
4.1.5	Balita yang Mendapatkan ASI Eksklusif.....	29
4.2	Hubungan Antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Variabel yang Diduga Mempengaruhi.....	30
4.2.1	Hubungan antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase BBLR	31
4.2.2	Hubungan antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Ketersediaan Posyandu	32
4.2.3	Hubungan antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Balita yang Mendapatkan Pelayanan Kesehatan	33
4.2.4	Hubungan antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Balita yang Mendapatkan Vitamin A	34
4.2.5	Hubungan antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Balita yang Mendapatkan ASI Eksklusif.....	35
4.3	Model Regresi Nonparametrik Spline.....	36
4.4	Pemilihan Titik Knot Optimum	37
4.4.1	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot.....	37
4.4.2	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot.....	38
4.4.3	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot.....	40
4.4.1	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Kombinasi Knot	43
4.5	Penaksiran Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline	45

4.6	Pengujian Parameter Model dengan Regresi Nonparamterik Spline	46
4.6.1	Pengujian Parameter Model secara Serentak	46
4.6.2	Pengujian Parameter Model secara Parsial.....	47
4.7	Pengujian Asumsi Residual.....	48
4.7.1	Uji Identik	48
4.7.2	Uji Independen	49
4.7.2	Uji Distribusi Normal	50
4.8	Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		63

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	ANOVA Uji Parameter Model Regresi.....	12
Tabel 2.2	Klasifikasi Status Gizi Balita.....	17
Tabel 3.1	Variabel Penelitian	18
Tabel 3.2	Struktur Data Penelitian	20
Tabel 4.1	Statistika Deskriptif Persentase Gizi Buruk Balita dan 5 Faktor yang Diduga Berpengaruh	24
Tabel 4.2	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot	37
Tabel 4.3	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot	39
Tabel 4.4	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot	41
Tabel 4.5	Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot	43
Tabel 4.6	ANOVA Model Regresi Spline Serentak.....	46
Tabel 4.7	Pengujian Parameter Model Regresi Secara Parsial	47
Tabel 4.8	ANOVA dari Uji <i>Glejser</i>	49

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian	22
Gambar 4.1	Diagram Persentase Gizi Buruk Berdasarkan Kecamatan di Sampang.....	23
Gambar 4.2	Diagram Persentase BBLR Berdasarkan Kecamatan di Sampang.....	26
Gambar 4.3	Diagram Persentase Ketersediaan Posyandu Berdasarkan Kecamatan di Sampang	27
Gambar 4.4	Diagram Persentase Balita Mendapatkan Pelayanan Kesehatan Berdasarkan Kecamatan di Sampang	28
Gambar 4.5	Diagram Persentase Balita Mendapatkan Vit. A Berdasarkan Kecamatan diSampang	29
Gambar 4.6	Diagram Persentase Balita Mendapatkan ASI Eksklusif Berdasarkan Kecamatan di Sampang.	30
Gambar 4.7	<i>Scatterplot</i> antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase BBLR.....	32
Gambar 4.8	<i>Scatterplot</i> antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Ketersediaan Posyandu	33
Gambar 4.9	<i>Scatterplot</i> antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Balita Mendapatkan Pelayanan Kesehatan.....	34
Gambar 4.10	<i>Scatterplot</i> antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Balita Mendapatkan Vit.A ...	35
Gambar 4.11	<i>Scatterplot</i> antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Balita Mendapatkan ASI Eksklusif	36
Gambar 4.12	ACF dari Residual	50
Gambar 4.13	Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov	51

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Persentase Gizi Buruk Balita di Kabupaten Sampang dan Faktor yang diduga Mempengaruhinya	63
Lampiran 2	Program Regresi Nonparametrik Spline Linear Menggunakan <i>Software</i> R	64
Lampiran 3	Program Uji Glejser Menggunakan R	84
Lampiran 4	<i>Output</i> Uji Signifikansi Parameter	87
Lampiran 5	<i>Output</i> Uji Glejser	89
Lampiran 6	<i>Output</i> Uji Kolmogorov-Smirnov	90

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gizi buruk adalah sebuah keadaan dimana seseorang mengalami kekurangan nutrisi atau kebutuhan nutrisi yang masih dibawah standar. Gizi buruk menjadi indikator dari kualitas penduduk suatu negara. Makin tinggi harapan hidup di suatu negara, menunjukkan bahwa mutu kesehatan penduduk tersebut makin tinggi pula. Tingkat kesehatan dijadikan sebagai indikator kualitas penduduk karena kesehatan merupakan modal manusia yang paling utama, bila penduduk suatu negara banyak yang sakit maka pembangunan tidak akan berjalan dengan baik. Dewi, R.K (2012) menyebutkan bahwa salah satu permasalahan kesehatan di Indonesia adalah meningkatnya angka kematian balita. Salah satu penyebab kematian balita adalah kebutuhan gizi yang tidak terpenuhi. Pemenuhan gizi yang baik tentunya akan sangat berpengaruh pada kesehatan jika dikaitkan dengan kemampuan balita untuk bertahan dari penyakit. Kebutuhan gizi yang terpenuhi akan meningkatkan daya tahan tubuh sehingga lebih kebal terhadap penyakit. Namun berdasarkan data Dinas Kesehatan Republik Indonesia tercatat sekitar 4 persen atau 900 ribu balita yang tersebar di seluruh Indonesia menyandang status gizi buruk. Hal ini mengakibatkan Indonesia menduduki peringkat lima besar pemilik gizi buruk balita (Siswono, 2012).

MDGs adalah sebuah deklarasi Millenium yang merupakan hasil kesepakatan kepala negara dan perwakilan dari 189 negara anggota PBB yang berupa 8 butir tujuan dengan 18 target dan 48 indikator untuk mengukur pencapaian tujuan pembangunan masyarakat dan kesejahteraan rakyat pada tahun 2015. Delapan butir tujuan pembangunan MDGs antara lain menanggulangi kemiskinan dan kelaparan, mencapai pendidikan dasar untuk semua, mendorong kesetaraan gender dan pemberdayaan perempuan, menurunkan angka kematian anak, meningkatkan

kesehatan ibu, memerangi HIV/AIDS dan malaria serta penyakit menular lainnya, memastikan keberlanjutan lingkungan hidup, dan mengembangkan kerja sama global untuk pembangunan (Surbakti, 2007). Sementara, salah satu dari 48 indikator *Millenium Development Goals* (MDG's) adalah indikator status gizi. Status gizi balita dinilai berdasarkan parameter antropometri yang terdiri dari berat badan dan panjang atau tinggi badan. Indikator status gizi yang digunakan adalah Berat Badan menurut Umur (BB/U), Tinggi Badan menurut Umur (TB/U), dan Berat Badan menurut Tinggi Badan (BB/TB) (Surbakti, 2007). Untuk menilai status gizi balita digunakan Standar Antropometri yang dikeluarkan oleh WHO pada tahun 2005 atau yang disebut dengan standar WHO 2005. Dalam *Millenium Development Goals* (MDGs), indikator status gizi yang dipakai adalah BB/U dan angka prevalensi status *underweight* (gizi buruk dan kurang) dijadikan dasar untuk menilai pencapaian MDGs. Seiring dengan masih tingginya angka gizi buruk di Indonesia, indikator tersebut dinilai tidak akan mencukupi targetnya. Menteri Kesehatan Nafsiah Mboi dalam Riskiyanti (2013) menyatakan bahwa angka penurunan gizi buruk di Indonesia baru mencapai 14 persen, tapi dalam tahun terakhir penurunan itu sangat landai tak bisa cepat lagi sehingga dikhawatirkan target MDG's 2015 sebesar 18% tak tercapai.

Kasus Kurang Energi Protein (KEP) merupakan salah satu masalah gizi utama yang banyak dijumpai pada balita. Provinsi di Indonesia yang memiliki jumlah penderita gizi buruk terbanyak antara lain Jawa Timur. Diantara provinsi-provinsi yang ada di Indonesia pada tahun 2007, jika dilihat dari tingkat status gizi posisi provinsi Jawa Timur termasuk ke dalam kelompok dengan 4,8 persen balita digolongkan gizi buruk. Jawa Timur berada pada kategori 10 provinsi dengan kasus balita gizi buruk tertinggi selama 5 tahun berturut-turut (2005-2009) (Siswono, 2012). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Dewi, R.K (2012) yang membahas tentang permasalahan faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk di Jawa Timur, didapatkan bahwa

persentase gizi buruk tertinggi di provinsi Jawa Timur adalah kabupaten Sampang dengan kasus gizi buruk sebesar 6,2 persen. Sementara, menurut data dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur pada tahun 2012, kabupaten Sampang termasuk kedalam 5 kabupaten dengan gizi buruk tertinggi yaitu sebesar 4,2 persen setelah kabupaten Probolinggo sebesar 5,7 persen, kabupaten Sumenep sebesar 4,9 persen, dan kabupaten Situbondo sebesar 4,7 persen. Berdasarkan data tersebut, kabupaten Sampang masih tergolong kabupaten yang sangat tinggi kontribusi gizi buruk di Jawa Timur. Hal ini seharusnya menjadi perhatian serius bagi pemerintah setempat dalam upaya penurunan gizi buruk. Salah satu upaya penurunan gizi buruk adalah melakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor penyebab gizi buruk di kabupaten Sampang.

Untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi Angka Gizi Buruk di Kabupaten Sampang digunakan metode analisis regresi. Analisis regresi adalah metode yang paling banyak digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Dan regresi nonparametrik merupakan suatu metode statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk fungsinya, hanya diasumsikan *smooth* (mulus) dalam arti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu. Regresi nonparametrik merupakan regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data (Eubank;1988). Sementara metode spline adalah metode yang banyak digunakan dan mempunyai kelebihan dalam mengatasi pola data yang memiliki perubahan perilaku pada sub-sub interval tertentu.

Berbagai penelitian telah dilakukan terkait dengan gizi buruk diantaranya Hayati (2009) melakukan penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk balita di Jawa Timur dengan menggunakan metode Analisis Diskriminan, Marice (2006) melakukan penelitian tentang klasifikasi status gizi balita dengan menggunakan pendekatan diskriminan bootstrap.

Sementara penelitian sebelumnya yang menggunakan metode Regresi Spline telah dilakukan oleh Mubarak (2012) yang membahas tentang analisis regresi spline multivariabel untuk pemodelan kematian penderita demam berdarah dengue (DBD) di Jawa Timur dan Dewi, R.K (2012) yang membahas tentang permasalahan faktor-faktor yang mempengaruhi angka gizi buruk di Jawa Timur dengan pendekatan regresi nonparametrik spline. Berdasarkan penjelasan diatas, masih belum terdapat penelitian yang mengkaji gizi buruk dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di kabupaten Sampang sebagai kabupaten dengan kontribusi sangat tinggi dalam gizi buruk di Jawa Timur. Metode Spline dipilih karena kelebihanannya yang dapat digeneralisasikan pada pemodelan statistika yang kompleks dan rumit. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan model regresi dan faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk di kabupaten Sampang.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penilitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik gizi buruk dan faktor-faktor penyebabnya di Kabupaten Sampang berdasarkan analisa deskriptif?
2. Bagaimana pemodelan dan variabel-variabel yang mempengaruhi gizi buruk di Kabupaten Sampang menggunakan pendekatan regresi nonparametrik spline?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penilitian yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan adalah sebagai berikut.

1. Menganalisa secara deskriptif karakteristik gizi buruk dan faktor-faktor penyebabnya di Kabupaten Sampang.
2. Memodelkan dan menyelidiki variabel-variabel yang mempengaruhi gizi buruk di Kabupaten Sampang dengan menggunakan pendekatan regresi nonparametrik spline.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk di kabupaten Sampang sehingga bisa menjadi masukan dalam menentukan kebijakan oleh pihak yang terkait untuk mengupayakan penurunan gizi buruk.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini menggunakan data gizi buruk di kabupaten Sampang pada tahun 2013.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sampang tahun 2013.
3. Pemilihan titik knot optimal menggunakan metode GCV (*Generalized Cross Validation*).

(...Halaman Ini Sengaja Dikosongkan...)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah suatu metode statistika yang digunakan untuk dapat memperoleh informasi dari data yang merupakan hasil pengamatan nyata. Informasi yang dapat diperoleh dari statistika deskriptif ini antara lain ukuran pemusatan data, ukuran penyebaran data, serta kecenderungan suatu gugus data. Ukuran pemusatan data paling sering digunakan adalah dengan perhitungan nilai tengah (*mean*). Sedangkan untuk ukuran penyebaran data yang paling sering digunakan dengan perhitungan nilai varians. Formula untuk perhitungan nilai tengah (*mean*) dari data x_1, x_2, \dots, x_n diberikan oleh :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (2.1)$$

dimana :

\bar{x} : *mean*

x_i : pengamatan ke- i , $i = 1, 2, \dots, n$

n : banyaknya pengamatan

sementara, formula untuk perhitungan nilai Varians (S^2) adalah kuadrat simpangan data terhadap nilai rata-ratanya.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}, \quad (2.2)$$

Beberapa penyajian data dengan metode statistika deskriptif umumnya dalam bentuk tabel, grafik, diagram, dan lain sebagainya yang mampu mendeskripsikan data tersebut. (Walpole, 1995).

2.2 Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan sebuah metode statistika yang memberikan penjelasan tentang pola hubungan (model) antara dua variabel atau lebih. (Drapper & Smith, 1992). Analisis regresi adalah suatu metode statistika yang dapat digunakan untuk melihat hubungan antara 2 variabel atau lebih. Variabel-variabel

tersebut dikelompokkan menjadi variabel dependen yang biasanya dinotasikan dengan huruf Y dan variabel independen yang biasanya dinotasikan dengan huruf X. *Scatter plot* sering kali digunakan dalam mempelajari pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor. Plot tersebut dapat menunjukkan apakah kurva membentuk suatu pola linier, kuadratik, ataupun kubik. Namun, pada kenyataannya sering kali kurva yang dihasilkan tidak berpola sehingga tidak bisa ditentukan hanya dengan melihat bentuk polanya secara visual. Oleh sebab itu dalam analisis regresi terdapat tiga pendekatan yaitu regresi parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik.

2.3 Regresi Parametrik Spline

Pendekatan regresi parametrik spline digunakan jika bentuk dari kurva regresi antara variabel respon dengan variabel prediktor diketahui polanya. Adapun persamaan untuk regresi parametrik secara umum adalah sebagai berikut.

$$y_i = \gamma_0 + \gamma_1 x_{1i} + \gamma_2 x_{2i} + \cdots + \gamma_p x_{pi} + \varepsilon_i \quad (2.3)$$

Jika persamaan (2.3) ditulis dalam bentuk matrik adalah sebagai berikut.

$$\tilde{Y} = X\tilde{\gamma} + \tilde{\varepsilon} \quad (2.4)$$

dimana :

- \tilde{Y} : yang merupakan vektor berukuran $n \times 1$
- X : matrik berukuran $n \times (p+1)$ yang berisikan satu kolom angka 1 dan p kolom data prediktor
- $\tilde{\varepsilon}$: vektor *error random* berukuran $n \times 1$

Metode *OLS* (*Ordinary Least Square*) dapat juga digunakan untuk memperoleh estimasi parameter pada regresi parametrik dengan meminimumkan jumlah kuadrat error. Estimasi untuk parameter γ dalam matrik diberikan oleh :

$$\hat{\gamma} = (X'X)^{-1}X'Y \quad (2.5)$$

2.4 Regresi Nonparametrik Spline

Pendekatan regresi nonparametrik spline digunakan jika kurva regresi antara variabel respon dengan variabel prediktor

tidak membentuk suatu pola atau tidak ada informasi masa lalu yang lengkap mengenai pola data. Dalam banyak hal, pengamatan-pengamatan yang akan dikaji tidak selalu memenuhi asumsi-asumsi yang mendasari uji parametrik sehingga kerap kali dibutuhkan teknik-teknik inferensial dengan validitas yang tidak bergantung pada asumsi-asumsi yang kaku. Dalam hal ini, teknik-teknik dalam regresi nonparametrik memenuhi kebutuhan. Regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi, karena data diharapkan mencari sendiri bentuk estimasi kurva regresinya tanpa dipengaruhi oleh faktor subyektifitas peneliti (Eubank, 1988).

Secara umum, model regresi nonparametrik dapat disajikan sebagai berikut.

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n, \quad (2.6)$$

dengan y_i adalah variabel respon, dan $f(x_i)$ adalah kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya, dan ε_i adalah error yang diasumsikan berdistribusi $N(0, \sigma^2)$.

Spline merupakan model polynomial yang tersegmen. Polinomial tersegmen memegang peranan penting dalam teori dan aplikasi statistika. Regresi spline memiliki titik knot yang merupakan titik perpaduan yang menunjukkan perubahan perilaku kurva pada selang yang berbeda (Hardle, 1990). Secara umum fungsi spline $f(x_i)$ berorde m dengan titik knot k_1, k_2, \dots, k_J dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$f(x_i) = \sum_{j=0}^m \gamma_j x_i^j + \sum_{j=1}^J \gamma_{m+j} (x_i - k_j)_+^m, \quad (2.7)$$

dimana :

- γ : parameter-parameter model
- m : orde spline
- k : banyaknya knot spline

Persamaan (2.7) bila disubstitusikan pada persamaan (2.6) diperoleh persamaan regresi nonparametrik spline sebagai berikut.

$$y_i = \sum_{j=0}^m \gamma_j x_i^j + \sum_{j=1}^J \gamma_{m+j} (x_i - k_j)_+^m + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.8)$$

dengan fungsi truncated diberikan oleh :

$$(x_i - k_j)_+^m = \begin{cases} (x_i - k_j)^m, & x_i \geq k_j \\ 0, & x_i < k_j \end{cases} \quad (2.9)$$

2.5 Regresi Semiparametrik Spline

Pendekatan regresi semiparametrik spline digunakan jika terdapat gabungan antara pendekatan regresi parametrik dan regresi nonparametrik. Apabila terdapat data berpasangan (x_i, y_i, t_i) , hubungan antara x_i , y_i , dan t_i diasumsikan mengikuti model regresi semiparametrik berikut.

$$y_i = t_i' \beta + f(x_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n, \quad (2.10)$$

dimana :

$t_i = (t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{ip})$: variabel prediktor yang berhubungan secara parametrik dengan variabel respon y_i

x_i : variabel prediktor yang berhubungan secara nonparametrik dengan y_i .

Model regresi semiparametrik spline diperoleh dengan cara mensubstitusikan $f(x_i)$ persamaan (2.7) kedalam persamaan (2.10).

Di samping itu, Metode *OLS (Ordinary Least Square)* juga dapat digunakan untuk menghitung estimasi parameter pada regresi semiparametrik yaitu dengan cara memasukkan komponen parametrik dan nonparametrik pada matrik variabel prediktor.

2.6 Pemilihan Titik Knot Optimal

Model regresi spline terbaik adalah model yang dihasilkan dengan titik knot yang optimal. Titik knot adalah titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku pada data. Adapun salah satu metode yang paling sering digunakan untuk mencari

titik knot yang optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Metode GCV memiliki sifat optimal asimtotik jika dibandingkan dengan metode lain, misalnya *Cross Validation* (CV) (Wahba, 1990). Titik knot yang optimal diperoleh dari nilai GCV minimum. Metode GCV secara umum adalah sebagai berikut.

$$GCV(k_1, k_2, \dots, k_J) = \frac{MSE(k_1, k_2, \dots, k_J)}{(n^{-1} \text{trace}[I - A(k_1, k_2, \dots, k_J)])^2}, \quad (2.11)$$

dimana :

\mathbf{I} : matriks identitas
 n : adalah jumlah pengamatan
 $\mathbf{A}(k_1, k_2, \dots, k_J)$: matriks $\mathbf{X}(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T$

dan $MSE(k_1, k_2, k_3, \dots, k_J)$ sebagai berikut.

$$MSE(k_1, k_2, k_3, \dots, k_J) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{f}(x_i))^2 \quad (2.12)$$

(Eubank, 1998).

2.7 Pengujian Parameter Model

Untuk mengetahui signifikasi hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor maka dilakukan pengujian parameter model. Pengujian parameter model regresi juga digunakan untuk mengetahui nyata atau tidaknya pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon. Adapun tahap dalam pengujian parameter regresi yaitu pengujian secara serentak dan pengujian secara parsial (individu).

2.7.1 Pengujian Parameter Model secara Serentak

Uji serentak dilakukan untuk mengetahui signifikasi parameter model regresi secara bersama-sama. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_{m+J} = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \gamma_j \neq 0, \quad j = 1, 2, \dots, m, \\ m + 1, m + 2, \dots, m + J.$$

dimana nilai $m + J$ adalah jumlah parameter dalam model regresi spline.

Tabel 2.1. Analisis Varians (ANOVA) Uji Parameter Model Regresi

Sumber Variasi	Derajat Bebas (df)	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MS)	F _{hitung}
Regresi	$(m + J)$	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{(m + J)}$	$\frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}}$
Residual	$n - (m + J) + 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - (m + J) + 1}$	
Total (terkoreksi)	$n - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	-	

Sumber : *Draper and Smith (1992)*

Daerah penolakan H_0 apabila nilai $F_{hitung} > F_{\alpha((m+J), (n-(m+J)+1))}$. Jika H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa minimal terdapat satu parameter pada model regresi spline yang signifikan, atau minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap respon.

2.7.2 Pengujian Parameter Model secara Parsial

Pengujian parameter secara parsial (individu) dilakukan apabila pada pengujian parameter model secara serentak didapatkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu parameter yang signifikan. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui parameter mana yang berpengaruh dan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap model regresi. Hipotesisnya sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_j = 0$$

$$H_1 : \gamma_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, m, m + 1, m + 2, \dots, m + J.$$

Statistik uji sebagai berikut.

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\gamma}_i}{se(\hat{\gamma}_i)}, \quad (2.13)$$

dengan

$$se(\hat{y}_i) = \frac{s^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (2.14)$$

$se(\hat{y}_i)$ adalah *standart error* dari \hat{y}_i , dan s^2 adalah estimator varians populasi. Daerah penolakan H_0 adalah $|t_{hit}| \geq t_{(\alpha/2, n-(m+1)+1)}$.

2.8 Pengujian Asumsi Residual

Uji asumsi residual bertujuan untuk mengetahui kelayakan suatu model regresi. Uji asumsi residual meliputi uji asumsi identik, asumsi independen, dan uji asumsi residual berdistribusi normal.

2.8.1 Uji Identik

Pengujian identik adalah untuk mengetahui apakah residual memiliki varians yang sama (homogen), atau dengan kata lain uji identik dilakukan pada keadaan heteroskedastisitas. Heteroskedastisitas adalah keadaan dimana residual tidak homogen. Untuk mengindikasikan terjadinya heteroskedastisitas dapat dilihat secara visual yaitu apabila plot residual dan estimasi respon (\hat{y}) menunjukkan sebaran data yang membentuk suatu pola tertentu atau tidak random. Untuk mengatasi keadaan heteroskedastisitas dapat dilakukan dengan cara transformasi variabel menggunakan *Weighted Least Square* (WLS) (Gujarati, 1992). Uji Glejser adalah cara lain yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi terjadinya heteroskedastisitas. Uji glejser dilakukan dengan cara meregresikan harga mutlak residual dengan variabel prediktor (x). Adapun hipotesis yang digunakan dalam uji glejser adalah sebagai berikut.

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n.$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}} = \frac{[\sum_{i=1}^n (|\hat{e}_i| - |\bar{e}|)^2] / (k-1)}{[\sum_{i=1}^n (|e_i| - |\hat{e}_i|)^2] / (n-k)} \quad (2.15)$$

dimana K adalah banyaknya parameter uji glejser. Daerah penolakan H_0 apabila $F_{hitung} > F_{tabel}(F_{\alpha; (s-1, n-s)})$. Apabila H_0 ditolak maka dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$ yang berarti terdapat kasus heteroskedastisitas.

2.8.2 Uji Independen

Pengujian asumsi residual bersifat independen dilakukan untuk mengetahui apakah korelasi antar residual bernilai nol atau tidak. Asumsi residual independen terpenuhi apabila tidak terdapat korelasi antar residual (autokorelasi). Korelasi antar residual adalah korelasi antara residual pada pengamatan ke- i dengan pengamatan $i - 1$ (Mubarak, 2012). Plot ACF adalah salah satu cara visual yang digunakan untuk mendeteksi adanya autokorelasi antar residual. Asumsi residual bersifat independen terpenuhi jika pada plot ACF tidak ada autokorelasi pada lag berapapun yang keluar dari batas signifikansi. Adapun hipotesis pada uji independen adalah sebagai berikut.

$H_0: \rho_i = 0$ (tidak ada korelasi antar residual)

$H_1: \rho_i \neq 0$ (ada korelasi antar residual)

Statistik uji menggunakan fungsi autokorelasi (ACF) dengan tingkat kepercayaan 95%. Berikut adalah statistik uji dari fungsi ACF.

$$\rho_w = \frac{\sum_{t=k+1}^n (e_{t-k} - \bar{e})(e_t - \bar{e})}{\sum_{t=1}^n (e_t - \bar{e})^2} \quad (2.16)$$

dengan batas signifikansi pada lag k adalah sebagai berikut.

$$\pm \frac{t_{\alpha/2; n-1} * SE(\rho_w)}{2} \quad (2.17)$$

dimana :

$$SE(\rho_w) = \sqrt{\frac{1+2\rho_w^2}{n}} \quad (2.18)$$

2.8.3 Uji Distribusi Normal

Pengujian asumsi residual berdistribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah residual telah mengikuti distribusi normal atau tidak. *Normal probability plot residual* adalah salah satu cara yang bisa dilakukan dalam pengujian distribusi normal secara visual. Residual dikatakan telah berdistribusi normal apabila *normal probability plot residual* cenderung mengikuti garis lurus 45° . Cara lain yang dapat dilakukan untuk pengujian asumsi residual berdistribusi normal adalah dengan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov, dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0: F_0(x) = F(x)$ (Residual berdistribusi Normal)

$H_1: F_0(x) \neq F(x)$ (Residual tidak berdistribusi Normal)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$D = \max |F_0(x) - S_N(x)|. \quad (2.19)$$

dimana $F_0(x)$ adalah fungsi distribusi frekuensi kumulatif dan $S_N(x) = k/N$ adalah fungsi peluang kumulatif yang diobservasi dari suatu sampel random dengan N observasi. Sementara, k adalah banyaknya observasi yang sama atau kurang dari x .

Daerah penolakan H_0 jika $|D| > q_{(1-\alpha)}$ dimana nilai $q_{(1-\alpha)}$ berdasarkan tabel *Kolmogorov-Smirnov*.

2.9 Pengertian Gizi Buruk

Gizi buruk adalah sebuah keadaan dimana kebutuhan nutrisi berada dibawah standar. Gizi buruk masih menjadi masalah yang sampai saat ini belum dapat terselesaikan dengan baik. Pada umumnya, gizi buruk banyak dialami oleh balita (bayi dibawah lima tahun). Gizi buruk terkait dengan pencapaian MDGs butir pertama dan keempat yaitu menanggulangi kemiskinan dan kelaparan, dan menurunkan angka kematian anak.

Identifikasi gizi buruk dapat diketahui dengan pengukuran status gizi anak. Ada beberapa cara pengukuran status gizi anak, antara lain *anthropometric*, pemeriksaan klinik dan pemeriksaan laboratorik. Di antara ketiganya, pengukuran *anthropometric* relatif paling sederhana, mudah, murah dan banyak dilakukan. Pengukuran klinik biasanya dilakukan oleh dokter untuk melihat adanya kelainan organ tubuh akibat KEP, misalnya adanya *oedeem*, perubahan warna dan sifat rambut, kelainan kulit dan sebagainya. Sementara pengukuran laboratorik dilakukan pemeriksaan darah dan *urine* untuk mengetahui adanya kelainan kimiawi darah dan urine akibat KEP.

Berdasarkan Baku Havard dalam Alhasan (2012), status gizi dibagi menjadi empat yaitu : gizi lebih, gizi baik, gizi kurang dan gizi buruk.

- a) Gizi lebih atau *over weight* termasuk kegemukan dan obesitas;
- b) Gizi baik *well nourished*;
- c) Gizi kurang untuk *under weight* yang mencakup *mild* dan *moderate* PCM (*Protein Calori Malnutrition*);
- d) Gizi Buruk, termasuk marasmus, kwasiorkor, dan marasmik-kwasiorkor.

Soekirman dalam Alhasan (2012) menyebutkan bahwa status gizi kelompok orang dalam suatu survei gizi dilakukan melalui perhitungan statistik, nilai berat badan hasil penimbangan dibandingkan dengan median dan standar deviasi (SD) acuan WHO. Dengan rumus statistik dapat dihitung nilai Z skor dari suatu BB/U. Adapun rumus untuk mencari Z skor pada klasifikasi status gizi adalah sebagai berikut.

$$Z \text{ skor} = \frac{\text{Nilai individu Subyek} - \text{Nilai Median Baku Rujukan}}{\text{Nilai Simpang Baku Rujukan}} \quad (2.20)$$

Nilai Z skor berkisar antara $\pm(1 \text{ s/d } 4)$ SD. BB/U normal jika nilainya terletak antara -2 SD sampai +2 SD, status gizi kurang jika nilainya <-2 SD. Status gizi buruk jika nilainya kurang dari -3 SD. Sebaliknya jika nilai Z skor di atas 2 SD disebut gizi lebih (gemuk) dan jika nilai Z skor > 3 SD dikatakan gemuk sekali.

Tabel 2.2 Klasifikasi Status Gizi Balita

Indeks	Status Gizi	Ambang Batas
BB/U	Gizi lebih	$> +3$ SD
	Gizi baik	-2 SD sampai +3 SD
	Gizi kurang	< -2 SD
	Gizi Buruk	< -3 SD
TB/U	Normal	-2 SD
	Pendek	< -2 SD
BB/TB	Gemuk	$> +2$ SD
	Normal	-2 SD sampai +2 SD
	Kurus	< -2 SD sampai -3 SD
	Kurus sekali	< -3 SD

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai metode dan tahapan-tahapan dalam melakukan analisis untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Metode analisis yang digunakan adalah Regresi Nonparametrik Spline.

3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder Profil Dinas Kesehatan Kabupaten Sampang tahun 2013 yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sampang. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas variabel respon (Y) yaitu Persentase Balita Gizi Buruk di Kabupaten Sampang tahun 2013 dan 5 variabel prediktor (X) yang diduga berpengaruh seperti yang disajikan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Definisi Operasional
Y	Persentase Balita Gizi Buruk	Jumlah balita gizi buruk dibagi dengan jumlah balita yang ada di tiap kecamatan dikalikan 100%.
X_1	Persentase bayi berat lahir rendah (BBLR)	Jumlah bayi dengan berat badan lahir rendah dibagi dengan jumlah bayi lahir yang ada di tiap kecamatan dikalikan 100%. BBLR adalah bayi dengan berat lahir kurang dari 2500 gram tanpa memandang usia gestasi.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian (Lanjutan)

Variabel	Keterangan	Definisi Operasional
X_2	Persentase Ketersediaan Posyandu	Jumlah posyandu yang aktif dibagi dengan jumlah posyandu yang ada di tiap kecamatan dikalikan 100%. Posyandu bermanfaat untuk memberikan pelayanan kesehatan serta memantau tumbuh kembang balita. Salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya gizi buruk menurut UNICEF adalah ketersediaan pusat perawatan kesehatan yang tidak memadai. (Samsul; 2012)
X_3	Persentase balita yang mendapat pelayanan kesehatan	Jumlah balita yang mendapat pelayanan kesehatan dibagi dengan jumlah balita yang ada di tiap kecamatan dikalikan 100%. Menurut IDAI (Ikatan Dokter Anak Indonesia), kelengkapan fasilitas perawatan kesehatan menjadi salah satu penentu status gizi anak tersebut. (Samsul, 2012)
X_4	Persentase balita yang mendapat vitamin A.	Jumlah balita yang mendapat vitamin A dibagi dengan jumlah balita yang ada di tiap kecamatan dikalikan 100%. Pada balita, vitamin A dapat diperoleh melalui ASI dan salah satu manfaatnya adalah meningkatkan fungsi kekebalan tubuh dan berperan dalam pertumbuhan. Menurut IDAI (Ikatan Dokter Anak Indonesia), pemberian gizi yang baik bagi anak menjadi penentu status gizi anak tersebut. (Samsul, 2012)

Tabel 3.1 Variabel Penelitian (Lanjutan)

Variabel	Keterangan	Definisi Operasional
X_5	Persentase Balita yang Mendapat ASI Eksklusif	Jumlah balita yang mendapat ASI eksklusif dibagi dengan jumlah balita yang ada di tiap kecamatan dikalikan 100%. ASI eksklusif adalah air susu ibu yang diberikan untuk bayi baru lahir sampai 6 bulan tanpa makanan pendamping lainnya. dr Saptawati Bardosono, Msc, spesialis gizi klinik dan dosen Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia menjelaskan bahwa perilaku orang tua sangat berperan dalam menentukan status gizi buah hatinya. (Basri; 2012)

Struktur data penelitian disajikan pada Tabel 3.2. Variabel y merupakan variabel respon dan variabel X_1, X_2, X_3, X_4 , dan X_5 merupakan variabel prediktor.

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

Kecamatan	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	y_1	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$	$x_{3,1}$	$x_{4,1}$	$x_{5,1}$
2	y_2	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$	$x_{3,2}$	$x_{4,2}$	$x_{5,2}$
3	y_3	$x_{1,3}$	$x_{2,3}$	$x_{3,3}$	$x_{4,3}$	$x_{5,3}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
31	y_{31}	$x_{1,31}$	$x_{2,31}$	$x_{3,31}$	$x_{4,31}$	$x_{5,31}$

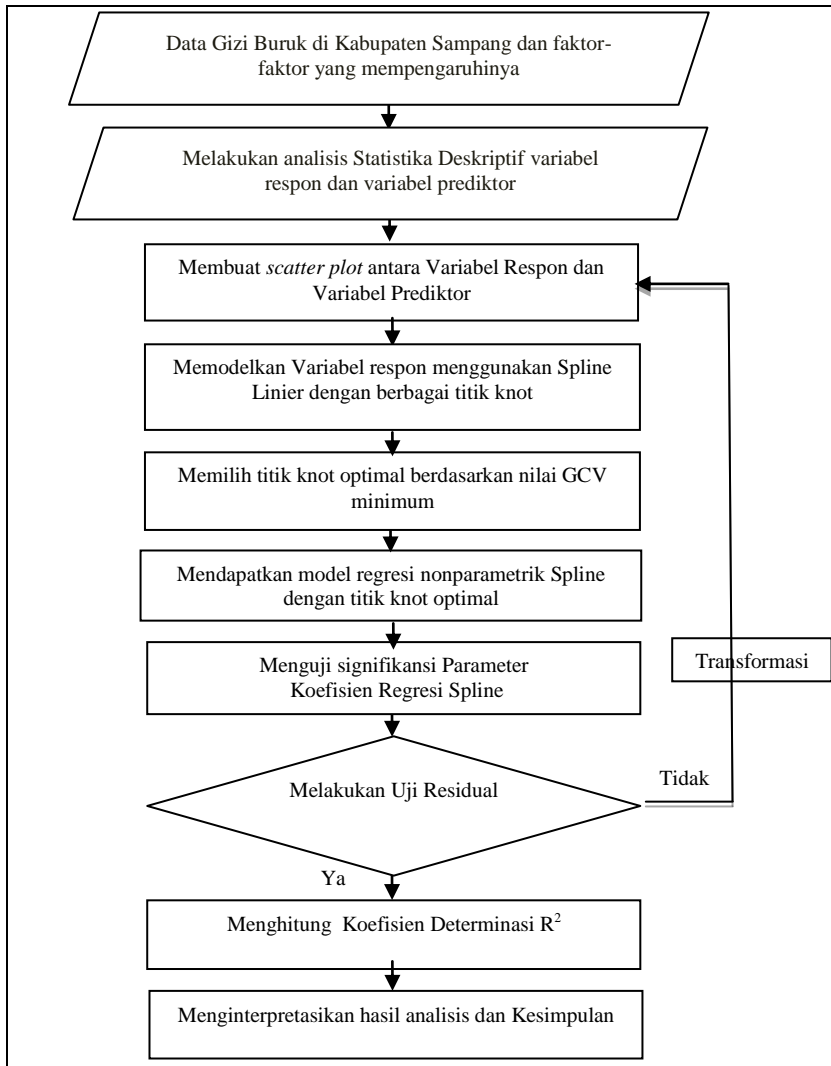
3.2 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan analisis deskriptif terhadap karakteristik gizi buruk di Kabupaten Sampang.

2. Memodelkan kejadian balita gizi buruk di kabupaten Sampang dengan pendekatan Spline.
 - i. Membuat *scatterplot* antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor.
 - ii. Memodelkan variabel respon dengan menggunakan Spline linier dan berbagai titik knot.
 - iii. Menentukan titik-titik knot optimal yang didasarkan pada nilai GCV minimum.
 - iv. Menetapkan model Spline terbaik
 - v. Menguji signifikansi parameter secara serentak dan parsial
 - vi. Melakukan uji Normalitas Residual
 - vii. Menginterpretasikan hasil analisis dan mengambil kesimpulan.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram alir pada Gambar 3.1 mengenai langkah-langkah analisis.



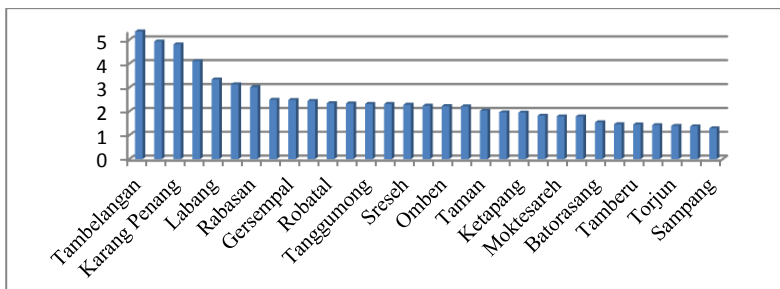
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan terhadap data persentase gizi buruk balita di kabupaten Sampang dan variabel-variabel yang diduga berpengaruh, antara lain: persentase bayi berat lahir rendah (BBLR), persentase ketersediaan posyandu, persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan, persentase balita yang mendapatkan vitamin A, dan persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif. Data tersebut akan dianalisis menggunakan metode statistika deskriptif dan dibuat pemodelannya dengan menggunakan metode regresi Nonparametrik Spline.

4.1 Deskriptif Karakteristik Persentase Gizi Buruk Balita

Gizi buruk adalah bentuk terparah dari proses terjadinya kekurangan gizi menahun. Gizi buruk merupakan kondisi kurang gizi yang disebabkan rendahnya konsumsi energi dan protein (KEP) dalam makanan sehari-hari. Balita yang tidak memperoleh cukup makanan, maka daya tahan tubuhnya akan melemah dan akan mudah terserang penyakit. Berikut adalah gambaran keadaan gizi buruk balita berdasarkan kecamatan di Kabupaten Sampang.



Gambar 4.1 Diagram Persentase Gizi Buruk Berdasarkan Kecamatan di Sampang

Berdasarkan gambar 4.1 dapat dilihat bahwa gizi buruk balita di seluruh kecamatan di kabupaten Sampang masih relatif tinggi. Tiga kecamatan yang memiliki persentase gizi buruk balita tertinggi di kabupaten Sampang berturut-turut adalah kecamatan Karangpenang dengan persentase gizi buruk balita sebesar 4,81, kecamatan Banyuates sebesar 4,93 dan kecamatan Tambelangan sebesar 5,35 persen. Sementara, tiga kecamatan yang memiliki persentase gizi buruk balita terendah di Kabupaten Sampang berturut-turut adalah kecamatan Torjun dengan persentase gizi buruk balita sebesar 1,39, kecamatan Jrengik sebesar 1,37, dan kecamatan Sampang sebesar 1,29 persen.

Adapun statistika deskriptif dari persentase gizi buruk balita dan 5 variabel yang diduga berpengaruh adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Persentase Gizi Buruk Balita dan 5 Faktor yang Diduga Berpengaruh

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maximum
y	2,44	1,14	1,29	5,35
X_1	0,16	0,01	0,07	0,67
X_2	11,72	3,92	7,01	15,1
X_3	3,82	1,59	1,18	6,47
X_4	3,74	3,20	0,6	7,2
X_5	37,64	192,34	21,2	78,9

Berdasarkan tabel 4.1 terlihat bahwa untuk variabel persentase gizi buruk balita di sampang rata-rata di tiap kecamatan selama tahun 2013 adalah sebesar 2,44 persen dengan varians sebesar 1,14 persen. Persentase gizi buruk balita terendah sebesar 1,29 persen yaitu kecamatan Sampang dan persentase gizi buruk balita tertinggi sebesar 5,35 yaitu kecamatan Tambelangan. Untuk variabel persentase BBLR rata-rata di tiap kecamatan selama tahun 2013 yaitu sebesar 0,16 persen dengan varians sebesar 0,01 persen. Persentase BBLR terendah berada di kecamatan Krampon sebesar 0,07 persen dan persentase BBLR

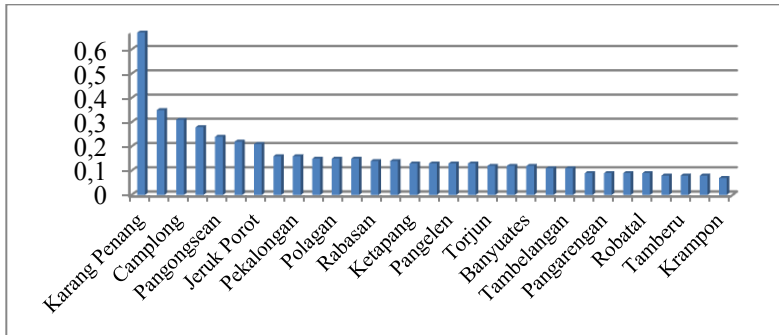
tertinggi adalah kecamatan Karangpenang sebesar 0,67 persen. Sementara, untuk variabel persentase ketersediaan posyandu mempunyai rata-rata di tiap kecamatan selama tahun 2013 sebesar 11,72 persen dengan varians sebesar 3,92 persen. Variabel persentase ketersediaan posyandu memiliki nilai terendah sebesar 7,01 persen yaitu berada di kecamatan Ketapang dan nilai tertinggi sebesar 15,1 persen yaitu kecamatan Sampang. Untuk variabel persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan mempunyai nilai rata-rata di tiap kecamatan selama tahun 2013 sebesar 3,82 persen dengan varians sebesar 1,59 persen. Persentase terendah untuk balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan berada di kecamatan Omben yaitu sebesar 1,18 persen dan persentase tertinggi berada di kecamatan Camplong sebesar 6,47 persen. Variabel persentase balita yang mendapatkan vitamin A mempunyai rata-rata di tiap kecamatan selama tahun 2013 sebesar 3,74 persen dengan varians sebesar 3,20 persen. Persentase balita yang mendapatkan vitamin A terendah sebesar 0,6 berada di kecamatan Pekalongan dan persentase tertinggi berada di kecamatan Jungkarang sebesar 7,2 persen. Dan untuk variabel persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif mempunyai rata-rata di tiap kecamatan selama tahun 2013 sebesar 37,64 persen dengan varians sebesar 192,34 persen. Persentase terendah untuk variabel balita yang mendapatkan ASI eksklusif berada di kecamatan Sokobanah sebesar 21,2 persen dan persentase tertinggi berada di kecamatan Omben sebesar 78,9 persen.

Berikut adalah gambaran statistika deskriptif di Kabupaten Sampang terkait lima variabel yang diduga mempengaruhi gizi buruk.

4.1.1 Persentase Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR)

BBLR adalah bayi dengan berat lahir rendah kurang dari 2500 gram. BBLR dapat terjadi pada bayi kurang bulan (<37 minggu) atau pada bayi cukup bulan. Bayi yang BBLR menandakan kurang terpenuhinya kebutuhan zat gizi dan beresiko

lebih tinggi terhadap kematian. Berikut adalah gambaran keadaan BBLR berdasarkan kecamatan di Kabupaten Sampang.

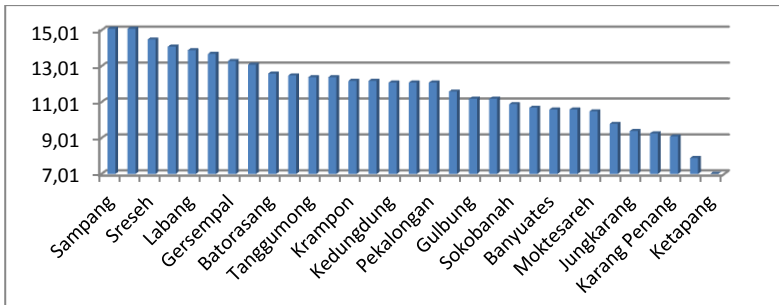


Gambar 4.2 Diagram Persentase BBLR Berdasarkan Kecamatan di Sampang

Berdasarkan gambar 4.2 terlihat bahwa 3 kecamatan yang memiliki persentase BBLR tertinggi secara berturut-turut adalah kecamatan Karangpenang sebesar 0,67 persen, kecamatan Camplong sebesar 0,31 persen dan kecamatan Gulbung sebesar 0,28 persen. Sementara 3 kecamatan yang memiliki persentase BBLR terendah secara berturut-turut adalah kecamatan Tamberu sebesar 0,08 persen, kecamatan Batorasang sebesar 0,08 persen dan kecamatan Krampon sebesar 0,07 persen.

4.1.2 Persentase Ketersediaan Posyandu

Permasalahan gizi buruk balita, kekurangan gizi, busung lapar, dan masalah kesehatan lainnya menyangkut kesehatan ibu dan anak akan mudah dihindari melalui kegiatan posyandu, sehingga posyandu sebagai layanan kesehatan yang sangat dekat pada masyarakat sangat berperan penting dalam deteksi dini masalah gizi. Berikut adalah gambaran ketersediaan posyandu berdasarkan kecamatan di Kabupaten Sampang.

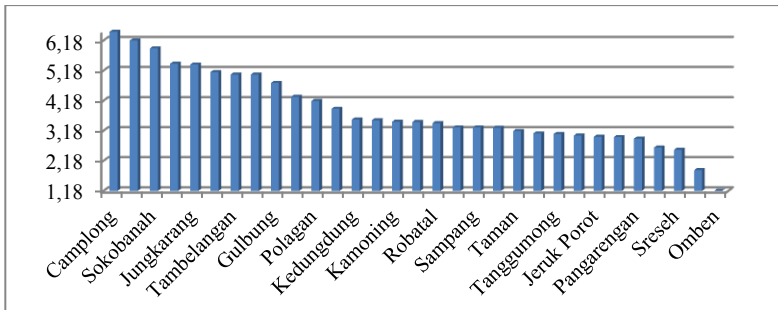


Gambar 4.3 Diagram Persentase Ketersediaan Posyandu Berdasarkan Kecamatan di Sampang

Persentase ketersediaan posyandu berdasarkan kecamatan di Sampang dapat dilihat pada Gambar 4.3. Tiga kecamatan tertinggi yang memiliki ketersediaan posyandu di Sampang berturut-turut adalah kecamatan Camplong sebesar 14,1 persen, kecamatan Sreseh sebesar 14,5 persen dan kecamatan Sampang sebesar 15,1 persen. Sementara kecamatan yang memiliki ketersediaan posyandu paling minim di Sampang adalah kecamatan Karangpenang sebesar 9,1 persen, kecamatan Pangarengan sebesar 7,9 persen dan kecamatan Ketapang sebesar 7,01 persen.

4.1.3 Persentase Balita yang Mendapatkan Pelayanan Kesehatan

Pelayanan kesehatan merupakan salah satu fasilitas yang dapat digunakan masyarakat sebagaimana mestinya agar dapat mendukung pencapaian pembangunan kesehatan ibu dan anak. Pemantauan status gizi dan kesehatan ibu dan anak dapat dilakukan di pusat pelayanan kesehatan. Berikut ini adalah gambaran ketersediaan pelayanan kesehatan berdasarkan kecamatan di Kabupaten Sampang.

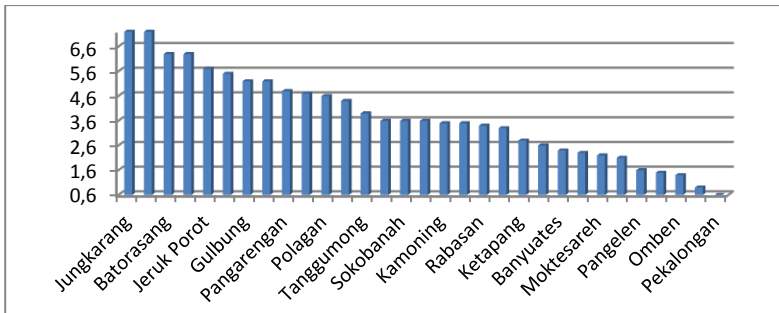


Gambar 4.4 Diagram Persentase Balita yang Mendapatkan Pelayanan Kesehatan Berdasarkan Kecamatan di Sampang

Berdasarkan gambar 4.4 terlihat bahwa tiga kecamatan yang memiliki persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan tertinggi secara berturut-turut adalah kecamatan Sokobanah sebesar 5,92 persen, kecamatan Banyuates sebesar 6,18 persen dan kecamatan Camplong sebesar 6,47 persen. Sementara, tiga kecamatan yang memiliki persentase terendah adalah kecamatan Sreseh sebesar 2,55 persen, kecamatan Pangelen sebesar 1,87 persen, dan kecamatan Omben sebesar 1,18 persen.

4.1.4 Persentase Balita yang Mendapatkan Vitamin A

Vitamin A dapat diperoleh dari ASI atau makanan yang berasal dari hewan atau dari sayuran hijau. Dalam keadaan darurat, dimana makanan sumber alami menjadi sangat terbatas, suplementasi kapsul vitamin A menjadi sangat penting untuk meningkatkan daya tahan tubuh terhadap penyakit. Berikut adalah gambaran keadaan balita yang mendapatkan vitamin A berdasarkan kecamatan di Kabupaten Sampang.

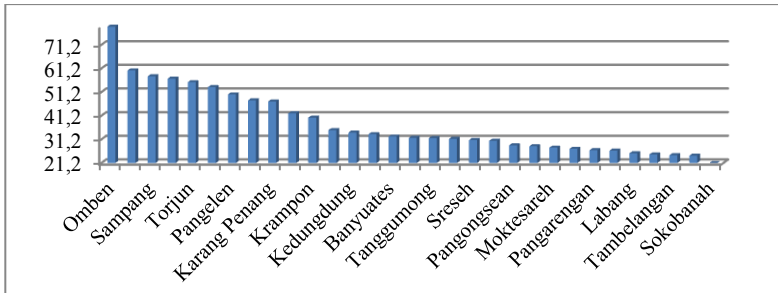


Gambar 4.5 Diagram Persentase Balita yang Mendapatkan Vitamin A Berdasarkan Kecamatan di Sampang

Berdasarkan gambar 4.5 terlihat bahwa tiga kecamatan yang memiliki persentase balita yang mendapatkan vitamin A tertinggi adalah kecamatan Pangongsean sebesar 6,3 persen, kecamatan Batorasang sebesar 6,3 persen dan kecamatan Robatal dan Jungkarang sebesar 7,2 persen. Sementara, kecamatan yang memiliki persentase terendah adalah kecamatan Omben sebesar 1,4 persen, kecamatan Camplong sebesar 0,9 persen dan kecamatan Pekalongan sebesar 0,6 persen.

4.1.5 Balita yang Mendapatkan ASI Eksklusif

Pemberian ASI secara eksklusif adalah bayi hanya diberi ASI saja, tanpa tambahan cairan lain dan tanpa tambahan makanan padat lainnya. Berikut adalah gambaran keadaan balita yang mendapatkan ASI eksklusif berdasarkan kecamatan di Kabupaten Sampang.



Gambar 4.6 Diagram Persentase Balita yang Mendapatkan ASI eksklusif Berdasarkan Kecamatan di Sampang

Berdasarkan gambar 4.6 terlihat bahwa tiga kecamatan yang memiliki persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif tertinggi di Sampang secara berturut-turut adalah kecamatan Sampang sebesar 57,9 persen, kecamatan Taman sebesar 60,4 persen dan kecamatan Omben sebesar 78,9 persen. Sementara, tiga kecamatan yang memiliki persentase terendah secara berturut-turut adalah kecamatan Robatal sebesar 24,8 persen, kecamatan Tambelangan sebesar 24,5 persen dan kecamatan Sokobanah sebesar 21,2 persen

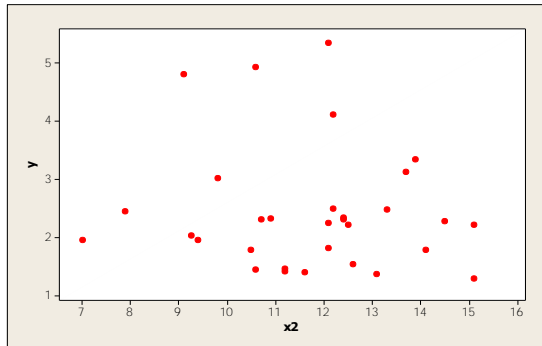
4.2 Hubungan Antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Variabel yang Diduga Mempengaruhi

Sebelum melakukan pemodelan terhadap persentase gizi buruk balita dan variabel-variabel yang diduga berpengaruh, maka perlu dibuat plot. Plot bertujuan untuk melihat apakah terbentuk pola antara persentase gizi buruk dan variabel-variabel yang diduga berpengaruh. Pola pada plot dapat berbentuk linier, kuadratik, ataupun kubik. Sementara, terdapat 3 pendekatan dalam metode regresi yang digunakan untuk mengatasi masalah dengan pola data masing-masing yaitu pendekatan parametrik, nonparametrik dan semiparametrik. Pendekatan parametrik digunakan ketika plot yang dihasilkan terlihat membentuk sebuah pola tertentu. Namun sebaliknya, ketika pada plot menunjukkan tidak membentuk suatu pola tertentu maka pendekatan

nonparametrik baik untuk digunakan. Dalam hal ini, metode spline bisa menjadi pilihan karena mempunyai kelebihan dapat mengatasi masalah data pada sub-sub interval tertentu. Sementara, ketika beberapa plot data memperlihatkan sebuah pola tertentu, dan sisanya tidak membentuk suatu pola maka pendekatan semiparametrik tepat digunakan. Pendekatan semiparametrik merupakan gabungan antara pendekatan parametrik dan pendekatan nonparametrik. Berikut akan dijelaskan mengenai hubungan antara persentase gizi buruk balita dengan 5 variabel yang diduga berpengaruh yaitu persentase bayi berat lahir rendah (BBLR), persentase ketersediaan posyandu, persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan, persentase balita yang mendapatkan vitamin A, dan persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif.

4.2.1 Hubungan Antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR)

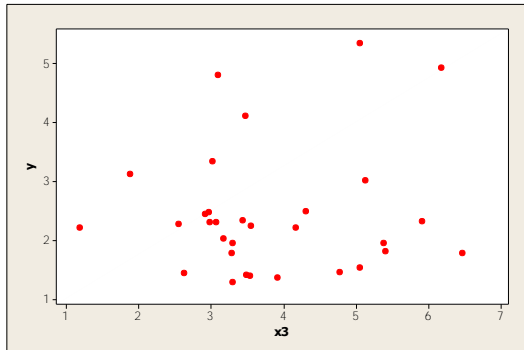
Persentase BBLR diduga menjadi salah satu variabel yang mempengaruhi gizi buruk balita. Jika seorang balita lahir dengan berat badan yang rendah, maka besar kemungkinan balita tersebut akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan dibawah normal. Gambar 4.7 menunjukkan hubungan antara persentase gizi buruk dengan persentase bayi berat lahir rendah (x_i) yang tidak membentuk suatu pola tertentu. Oleh sebab itu, metode yang akan digunakan adalah regresi nonparametrik spline.



Gambar 4.8 *Scatterplot* antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Ketersediaan Posyandu

4.2.3 Hubungan Antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Balita yang Mendapatkan Pelayanan Kesehatan

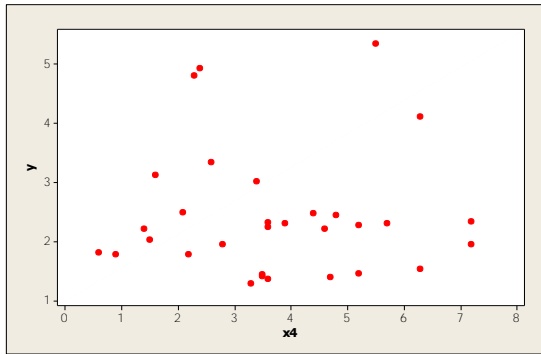
Balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan sejak dini akan kecil kemungkinan menderita gizi buruk karena akan selalu mendapat kontrol pengawasan kesehatannya oleh petugas kesehatan terkait, sehingga persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan diduga mempengaruhi persentase gizi buruk. Gambar 4.9 menunjukkan hubungan antara persentase gizi buruk dengan persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan yang terlihat tidak membentuk suatu pola tertentu. Oleh sebab itu, metode yang akan digunakan adalah regresi nonparametrik spline.



Gambar 4.9 Scatterplot antara Persentase Gizi buruk dengan Persentase Balita yang Mendapatkan Pelayanan Kesehatan

4.2.4 Hubungan Antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Balita yang Mendapat Vitamin A

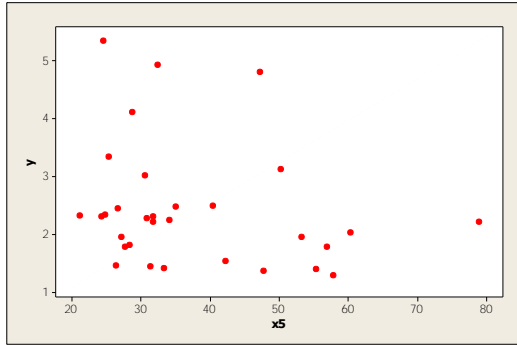
Asupan gizi dan vitamin menjadi sangat penting bagi balita untuk membantu proses pertumbuhan dan perkembangan. Balita yang terpenuhi kebutuhan gizi dan vitaminnya akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan secara normal, namun sebaliknya jika kebutuhan gizi dan vitamin tidak terpenuhi dengan baik maka balita tersebut dapat mengalami kekurangan gizi. Hal itu menyebabkan variabel persentase balita yang mendapatkan vitamin A diduga mempengaruhi persentase gizi buruk. Gambar 4.10 menunjukkan hubungan antara persentase gizi buruk dengan persentase balita yang mendapatkan vitamin A yang terlihat tidak membentuk suatu pola tertentu. Oleh sebab itu, metode yang akan digunakan adalah regresi nonparametrik spline.



Gambar 4.10 Scatterplot antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Balita yang Mendapatkan Vitamin A

4.2.5 Hubungan Antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Balita yang Mendapatkan ASI Eksklusif

ASI eksklusif adalah satu-satunya makanan untuk bayi yang paling baik karena mengandung zat gizi yang paling sesuai dengan kebutuhan bayi yang sedang dalam tahap percepatan tumbuh kembang. Jika kebutuhan gizi balita sejak dini terpenuhi maka hal itu dapat menghindarkan dari penyakit kekurangan gizi. Hal itu menyebabkan variabel persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif diduga mempengaruhi persentase gizi buruk. Gambar 4.11 menunjukkan hubungan antara persentase gizi buruk dengan persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif yang terlihat tidak membentuk suatu pola tertentu. Oleh sebab itu, metode yang akan digunakan adalah regresi nonparametrik spline.



Gambar 4.11 Scatterplot antara Persentase Gizi Buruk Balita dengan Persentase Balita yang Mendapatkan ASI Eksklusif

4.3 Model Regresi Nonparametrik Spline

Setelah melihat pola hubungan antara persentase gizi buruk balita dengan 5 variabel yang diduga berpengaruh maka selanjutnya adalah memodelkan data tersebut. Metode yang digunakan untuk memodelkan persentase gizi buruk dengan variabel yang diduga berpengaruh adalah regresi nonparametrik Spline. Adapun model matematis dari regresi nonparametrik Spline dengan menggunakan satu variabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$y_i = \sum_{j=0}^m \gamma_j x_i^j + \sum_{j=1}^J \gamma_{m+j} (x_i - K_j)_+^m + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Sementara, model matematis dari regresi nonparametrik Spline dengan menggunakan q variabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$y_i = \sum_{k=1}^q \left(\sum_{j=0}^p \gamma_{kj} x_{kji}^j + \sum_{j=1}^r \gamma_{kjp+j} (x - K_{kj})_+^p \right) + \varepsilon_i$$

4.4 Pemilihan Titik Knot Optimum

Dalam pendekatan regresi nonparametrik spline, dikenal adanya titik knot. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan pola perilaku data. Didalam sebuah plot antara variabel respon dan prediktor yang termasuk dalam komponen nonparametrik dapat dibuat beberapa potongan berdasarkan titik knot. Metode yang digunakan untuk mencari titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV yang paling minimum.

4.4.1 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot

Pemilihan titik knot optimum pada variabel-variabel yang diduga mempengaruhi persentase gizi buruk balita dengan menggunakan metode GCV dimulai dengan menggunakan satu titik knot. Dengan menggunakan satu titik knot tersebut diharapkan dapat menemukan nilai GCV yang paling minimum. Nilai GCV paling minimum diharapkan nantinya dapat menghasilkan model Spline terbaik. Adapun model regresi nonparametrik Spline dengan menggunakan satu titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi persentase gizi buruk adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 x_2 + \hat{\gamma}_4 (x_2 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_5 x_3 + \hat{\gamma}_6 (x_3 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_7 x_4 + \hat{\gamma}_8 (x_4 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_9 x_5 + \hat{\gamma}_{10} (x_5 - K_5)_+$$

Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik spline dengan menggunakan satu titik knot.

Tabel 4.2 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	1,67	0,19	8,66	2,26	1,95	32,97
2	1,67	0,20	8,83	2,37	2,08	34,15
3	1,67	0,22	8,99	2,48	2,22	35,33
4	1,66	0,23	9,16	2,58	2,35	36,51
5	1,68	0,24	9,32	2,69	2,48	37,68

Tabel 4.2 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot
(Lanjutan)

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
6	1,71	0,25	9,49	2,80	2,62	38,86
7	1,73	0,26	9,65	2,91	2,75	40,04
8	1,74	0,28	9,82	3,01	2,89	41,22
9	1,74	0,29	9,98	3,12	3,02	42,39
10	1,74	0,30	10,15	3,23	3,16	43,57

Berdasarkan Tabel 4.2, nilai GCV paling minimum adalah 1,66, dengan titik knot optimum untuk masing-masing variabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$K_1 = 0,23; \quad K_2 = 9,16; \quad K_3 = 2,58;$$

$$K_4 = 2,35; \quad K_5 = 36,51.$$

Selanjutnya, hasil dari GCV dengan menggunakan satu titik knot akan dibandingkan dengan hasil dari GCV dengan menggunakan dua titik knot, dan tiga titik knot serta kombinasi antara satu, dua dan tiga knot. Perbandingan hasil GCV tersebut dilakukan untuk memperoleh nilai GCV yang paling minimum dan diharapkan dapat menghasilkan model Spline terbaik.

4.4.2 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan dua titik. Proses yang akan dilakukan serupa dengan sebelumnya menggunakan satu titik sehingga diperoleh nilai GCV yang paling minimum dengan menggunakan dua titik knot.

Adapun model regresi nonparametrik spline dengan menggunakan dua titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi persentase gizi buruk balita adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_4 x_2 + \hat{\gamma}_5 (x_2 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_7 x_3 + \hat{\gamma}_8 (x_3 - K_5)_+ + \hat{\gamma}_9 (x_3 - K_6)_+ + \hat{\gamma}_{10} x_4 + \hat{\gamma}_{11} (x_4 - K_7)_+ + \hat{\gamma}_{12} (x_4 - K_8)_+ + \hat{\gamma}_{13} x_5 + \hat{\gamma}_{14} (x_5 - K_9)_+ + \hat{\gamma}_{15} (x_5 - K_{10})_+$$

Pada persamaan diatas dapat dilihat bahwa untuk masing-masing variabel prediktor dibutuhkan dua titik knot. Sama halnya dengan menggunakan satu titik knot, untuk memperoleh knot yang optimum dipilih melalui nilai GCV yang paling minimum.

Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik spline dengan menggunakan dua titik knot.

Tabel 4.3 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	1,73	0,07	7,01	1,18	0,6	21,2
		0,57	13,78	5,61	6,12	69,48
2	1,73	0,07	7,01	1,18	0,6	21,2
		0,58	13,94	5,71	6,26	70,66
3	1,74	0,07	7,01	1,18	0,6	21,2
		0,60	14,11	5,82	6,39	71,83
4	1,76	0,07	7,01	1,18	0,6	21,2
		0,61	14,27	5,93	6,53	73,01
5	1,80	0,07	7,01	1,18	0,6	21,2
		0,62	14,44	6,04	6,66	74,19
6	1,81	0,07	7,01	1,18	0,6	21,2
		0,63	14,60	6,15	6,79	75,37
7	1,78	0,07	7,01	1,18	0,6	21,2
		0,64	14,77	6,25	6,93	76,54
8	1,78	0,07	7,01	1,18	0,6	21,2
		0,66	14,93	6,36	7,06	77,72

Tabel 4.3 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot
(Lanjutan)

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
9	1,37	0,07	7,01	1,18	0,6	21,2
		0,67	15,1	6,47	7,2	78,9
10	2,01	0,08	7,17	1,29	0,73	22,38
		0,09	7,34	1,39	0,87	23,55

Berdasarkan Tabel 4.3 nilai GCV minimum yang diperoleh adalah 1,37 dengan dua titik knot optimum untuk masing-masing variabel prediktor adalah sebagai berikut.

Pada variabel x_1 :

$$K_1=0,07 \text{ dan } K_2=0,67$$

Pada variabel x_2 :

$$K_3=7,01 \text{ dan } K_4=15,1$$

Pada variabel x_3 :

$$K_5=1,18 \text{ dan } K_6=6,47$$

Pada variabel x_4 :

$$K_7=0,6 \text{ dan } K_8=7,2$$

Pada variabel x_5 :

$$K_9=21,2 \text{ dan } K_{10}=78,9).$$

4.4.3 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot dan dua titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan tiga titik knot. Proses yang dilakukan untuk memilih titik knot optimum dengan menggunakan tiga titik knot, sama halnya dengan yang dilakukan sebelumnya yaitu dengan menggunakan nilai GCV minimum. Adapun model regresi nonparametrik spline dengan menggunakan tiga titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi persentase gizi buruk balita adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \\ & \hat{\gamma}_4 (x_1 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_5 x_2 + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_7 (x_2 - K_5)_+ + \\ & \hat{\gamma}_8 (x_2 - K_6)_+ + \hat{\gamma}_9 x_3 + \hat{\gamma}_{10} (x_3 - K_7)_+ + \hat{\gamma}_{11} (x_3 - K_8)_+ + \\ & \hat{\gamma}_{12} (x_3 - K_9)_+ + \hat{\gamma}_{13} x_4 + \hat{\gamma}_{14} (x_4 - K_{10})_+ + \\ & \hat{\gamma}_{16} (x_4 - K_{12})_+ + \hat{\gamma}_{17} x_5 + \hat{\gamma}_{18} (x_5 - K_{13})_+ + \\ & \hat{\gamma}_{19} (x_5 - K_{14})_+ + \hat{\gamma}_{20} (x_5 - K_{15})_+\end{aligned}$$

Pada persamaan diatas dapat dilihat bahwa untuk masing-masing variabel prediktor dibutuhkan tiga titik knot. Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik spline dengan menggunakan tiga titik knot.

Tabel 4.4 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	1,37	0,29	9,98	3,12	3,02	42,39
		0,36	10,97	3,77	3,83	49,46
		0,41	11,63	4,20	4,37	54,17
2	1,15	0,29	9,98	3,12	3,02	42,39
		0,36	10,97	3,77	3,83	49,46
		0,42	11,80	4,31	4,51	55,35
3	1,07	0,29	9,98	3,12	3,02	42,39
		0,36	10,97	3,77	3,83	49,46
		0,44	11,96	4,42	4,64	56,53
4	0,98	0,29	9,98	3,12	3,02	42,39
		0,36	10,97	3,77	3,83	49,46
		0,45	12,13	4,53	4,77	57,70
5	1,30	0,29	9,98	3,12	3,02	42,39
		0,36	10,97	3,77	3,83	49,46
		0,46	12,29	4,63	4,91	58,88
6	1,78	0,29	9,98	3,12	3,02	42,39
		0,36	10,97	3,77	3,83	49,46
		0,47	12,46	4,74	5,04	60,06

Tabel 4.4 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot
(Lanjutan)

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
7	1,97	0,29	9,98	3,12	3,02	42,39
		0,36	10,97	3,77	3,83	49,46
		0,49	12,62	4,85	5,18	61,24
8	1,87	0,29	9,98	3,12	3,02	42,39
		0,36	10,97	3,77	3,83	49,46
		0,50	12,79	4,96	5,31	62,41
9	1,86	0,29	9,98	3,12	3,02	42,39
		0,36	10,97	3,77	3,83	49,46
		0,51	12,95	5,07	5,45	63,59
10	2,01	0,29	9,98	3,12	3,02	42,39
		0,36	10,97	3,77	3,83	49,46
		0,52	13,12	5,17	5,58	64,77

Berdasarkan Tabel 4.4 nilai GCV minimum yang diperoleh adalah 0,98 dengan titik knot optimum untuk masing-masing variabel prediktor adalah sebagai berikut.

Pada variabel x_1 :

$K_1=0,29$; $K_2=0,36$ dan $K_3=0,45$

Pada variabel x_2 :

$K_4=9,98$; $K_5=10,97$ dan $K_6=12,13$

Pada variabel x_3 :

$K_7=3,12$; $K_8=3,77$ dan $K_9=4,53$

Pada variabel x_4 :

$K_{10}=3,02$; $K_{11}=3,83$ dan $K_{12}=4,77$

Pada variabel x_5 :

$K_{13}=42,39$; $K_{14}=49,46$ dan $K_{15}=57,70$

4.4.4 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot

Setelah melakukan pemilihan titik knot optimum menggunakan satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot maka selanjutnya melakukan pemilihan titik knot optimum dengan kombinasi knot. Kombinasi titik knot adalah kombinasi antara satu titik knot, dua titik knot dan tiga titik knot. Tujuan untuk melakukan kombinasi knot ini adalah untuk membandingkan dan mencari titik knot yang paling optimum. Sama halnya dengan yang dilakukan sebelumnya pemilihan titik knot optimum pada kombinasi knot dilakukan dengan memilih nilai GCV yang paling minimum. Nilai GCV yang diperoleh dari kombinasi knot akan dibandingkan dengan nilai GCV yang diperoleh dari pemilihan titik knot dengan satu titik knot, dua titik knot dan tiga titik knot. Nilai GCV yang paling minimum diharapkan dapat menghasilkan model regresi nonparametrik Spline yang terbaik.

Berikut adalah hasil perhitungan GCV untuk regresi nonparametrik spline dengan menggunakan kombinasi knot.

Tabel 4.5 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	0,79	0,29	9,98	3,12	3,02	36,51
		0,36	10,97	3,77	3,83	
		0,45	12,13	4,53	4,77	
2	0,93	0,07	9,98	3,12	3,02	36,51
		0,67	10,97	3,77	3,83	
			12,13	4,53	4,77	
3	0,95	0,07	9,98	3,12	3,02	21,2
		0,67	10,97	3,77	3,83	78,9
			12,13	4,53	4,77	

Tabel 4.5 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot
(Lanjutan)

No.	GCV	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
4	0,98	0,29	9,98	3,12	3,02	42,40
		0,36	10,97	3,77	3,83	49,46
		0,45	12,13	4,53	4,77	57,70
5	0,10	0,29	9,98	3,12	3,02	21,2
		0,36	10,97	3,77	3,83	78,9
		0,45	12,13	4,53	4,77	

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa nilai GCV minimum dengan menggunakan kombinasi knot adalah sebesar 0,79 dengan kombinasi knot yaitu 3-3-3-1. Titik-titik knot optimum dari kombinasi knot untuk masing-masing variabel prediktor adalah sebagai berikut.

Pada variabel x_1 :

$$K_1 = 0,29; K_2 = 0,36 \text{ dan } K_3 = 0,45$$

Pada variabel x_2 :

$$K_4 = 9,98; K_5 = 10,97 \text{ dan } K_6 = 12,13$$

Pada variabel x_3 :

$$K_7 = 3,12; K_8 = 3,77 \text{ dan } K_9 = 4,53$$

Pada variabel x_4 :

$$K_{10} = 3,02; K_{11} = 3,83 \text{ dan } K_{12} = 4,77$$

Pada variabel x_5 :

$$K_{13} = 36,51$$

Berdasarkan hasil pemilihan titik knot yang paling optimum yang telah dilakukan, maka berikut adalah ringkasan dari nilai GCV yang dihasilkan.

$$\text{GCV dengan satu titik knot} = 1,66$$

$$\text{GCV dengan dua titik knot} = 1,37$$

$$\text{GCV dengan tiga titik knot} = 0,98$$

$$\text{GCV dengan kombinasi knot} = 0,79$$

Dari nilai GCV yang dihasilkan dengan berbagai titik knot, dapat dilihat bahwa nilai GCV yang paling minimum adalah

dihasilkan oleh pemilihan titik knot menggunakan kombinasi knot yaitu 3-3-3-3-1, sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan nilai GCV dari kombinasi titik knot. Adapun model regresi nonparametrik spline paling optimum dengan menggunakan kombinasi knot 3-3-3-3-1 pada variabel-variabel yang mempengaruhi persentase gizi buruk balita adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \\ & \hat{\gamma}_4 (x_1 - K_3)_+ + \hat{\gamma}_5 x_2 + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_7 (x_2 - K_5)_+ + \\ & \hat{\gamma}_8 (x_2 - K_6)_+ + \hat{\gamma}_9 x_3 + \hat{\gamma}_{10} (x_3 - K_7)_+ + \hat{\gamma}_{11} (x_3 - K_8)_+ + \\ & \hat{\gamma}_{12} (x_3 - K_9)_+ + \hat{\gamma}_{13} x_4 + \hat{\gamma}_{14} (x_4 - K_{10})_+ \\ & + \hat{\gamma}_{15} (x_4 - K_{11})_+ + \hat{\gamma}_{16} (x_4 - K_{12})_+ + \hat{\gamma}_{17} x_5 \\ & + \hat{\gamma}_{18} (x_5 - K_{13})_+\end{aligned}$$

4.5 Penaksiran Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline

Model regresi nonparametrik spline terbaik dihasilkan melalui perolehan titik knot optimum. Berdasarkan proses pemilihan titik knot yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa titik knot paling optimum adalah dengan menggunakan kombinasi knot yaitu 3-3-3-3-1. Hasil estimasi parameter dengan menggunakan kombinasi knot adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & -2,24 + 6,47 x_1 + 45,51 (x_1 - 0,29)_+ + 33,92 (x_1 - 0,36)_+ + \\ & 24,42 (x_1 - 0,45)_+ + 0,78 x_2 - 3,38 (x_2 - 9,98)_+ + \\ & 6,24 (x_2 - 10,97)_+ - 5,04 (x_2 - 12,13)_+ - 1,65 x_3 - \\ & 0,38 (x_3 - 3,12)_+ + 1,57 (x_3 - 3,77)_+ + 2,80 (x_3 - 4,53)_+ + \\ & 2,59 x_4 - 8,23 (x_4 - 3,02)_+ + 7,96 (x_4 - 3,83)_+ - \\ & 3,04 (x_4 - 4,77)_+ - 0,11 x_5 + 0,13 (x_5 - 36,51)_+\end{aligned}$$

Model regresi Spline dengan kombinasi knot ini memiliki R^2 sebesar 87,45%. Hal ini memiliki arti bahwa model regresi Spline tersebut dapat menjelaskan persentase gizi buruk balita sebesar 87,45%.

4.6 Pengujian Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline

Pengujian parameter model regresi nonparametrik spline dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter model yang didapatkan dari pemodelan dengan regresi nonparametrik Spline. Dengan kata lain, pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui apakah variabel-variabel prediktor yang dihasilkan dari pemodelan regresi nonparametrik spline memiliki pengaruh yang signifikan terhadap persentase gizi buruk balita. Adapun tahap yang dilakukan dalam pengujian parameter model ini dimulai dengan pengujian parameter secara serentak. Apabila dalam pengujian parameter secara serentak diperoleh hasil yang signifikan terhadap persentase gizi buruk balita, maka selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara individu/parsial. Pengujian parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana yang memberikan pengaruh signifikan terhadap persentase gizi buruk balita.

4.6.1 Pengujian Parameter Model Secara Serentak

Untuk melakukan pengujian parameter secara serentak maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \dots = \gamma_{18} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \gamma_j \neq 0, \quad j=1,2,\dots,18$$

Hasil ANOVA untuk model regresi nonparametrik Spline secara serentak disajikan pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.6 ANOVA Model Regresi Spline Secara Serentak

Sumber	Df	Sum of Square	Mean Square	F _{hitung}	P-value
Regresi	18	29,86	1,66	4,64	0,0047631
Error	12	4,29	0,36		
Total	30	34,15			

Berdasarkan hasil ANOVA seperti yang disajikan pada Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa nilai F_{hitung} sebesar 4,64. Jika dibandingkan dengan nilai $F_{(18,12,0,05)}$ yaitu sebesar 2,58 maka diputuskan untuk H_0 ditolak karena nilai F_{hitung} lebih dari F_{tabel} . Dipertegas pula dengan p-value sebesar 0,0047631, nilai ini kurang dari nilai α yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,05. Sehingga dapat disimpulkan keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak. Jadi, terdapat minimal satu parameter yang signifikan terhadap persentase gizi buruk balita. Selanjutnya, untuk mengetahui parameter mana yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap persentase gizi buruk balita maka perlu dilakukan pengujian parameter secara parsial.

4.6.2 Pengujian Parameter Secara Parsial

Untuk melakukan pengujian signifikansi parameter secara parsial maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_j = 0$$

$$H_1 : \gamma_j \neq 0, \quad j=1,2,\dots,18$$

Berikut adalah hasil pengujian signifikansi parameter secara parsial.

Tabel 4.7 Pengujian Parameter Model Regresi Secara Parsial

Variabel	Parameter	Koefisien	<i>P-value</i>	Keputusan
	γ_0	-2,24	0,50	Tidak signifikan
X_1	γ_1	6,47	0,04	signifikan
	γ_2	-45,51	0,03	signifikan
	γ_3	33,92	0,02	signifikan
	γ_4	24,42	0,02	signifikan
X_2	γ_5	0,78	0,02	signifikan
	γ_6	-3,38	0,00	signifikan
	γ_7	6,24	0,00	signifikan
	γ_8	-5,04	3,46E-05	signifikan

Tabel 4.7 Pengujian Parameter Model Regresi Secara Parsial (Lanjutan)

Variabel	Parameter	Koefisien	<i>P-value</i>	Keputusan
X_3	γ_9	-1,65	0,00	signifikan
	γ_{10}	-0,38	0,78	Tidak signifikan
	γ_{11}	1,57	0,43	Tidak signifikan
	γ_{12}	2,80	0,0421407	signifikan
X_4	γ_{13}	2,59	7,60E-05	signifikan
	γ_{14}	-8,23	5,71E-05	signifikan
	γ_{15}	7,96	0,00	signifikan
	γ_{16}	-3,04	0,00	signifikan
X_5	γ_{17}	-0,11	0,02	signifikan
	γ_{18}	0,13	0,03	signifikan

Berdasarkan Tabel 4.7 terlihat bahwa terdapat beberapa parameter yang tidak signifikan terhadap persentase gizi buruk balita. Dari 19 parameter yang ada pada model regresi nonparametrik Spline, terdapat 3 parameter yang tidak signifikan pada taraf signifikansi 0,05, karena *p-value* yang didapatkan pada model lebih dari α (0,05). Meskipun terdapat 3 parameter yang tidak signifikan, namun semua variabel berpengaruh terhadap persentase gizi buruk balita.

4.7 Pengujian Asumsi Residual

Model yang dihasilkan dengan menggunakan analisis regresi nonparametrik Spline harus memenuhi beberapa asumsi. Asumsi tersebut antara lain residual harus identik, independen dan berdistribusi normal. Berikut akan disajikan hasil dari pengujian asumsi residual.

4.7.1 Uji Identik

Untuk melakukan pengujian asumsi residual bersifat identik maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2, \quad i=1,2,\dots,n$$

Pengujian identik dilakukan untuk mengetahui apakah residual memiliki varians yang sama (homogen) atau tidak. Heterokedastisitas adalah keadaan dimana residual tidak homogen. Salah satu cara untuk mengidentifikasi terjadinya heterokedastisitas adalah dengan menggunakan uji glejser. Uji glejser dilakukan dengan cara meregresikan harga mutlak residual dengan variabel prediktor yang signifikan terhadap model. Berikut adalah hasil uji *Glejser*.

Tabel 4.8 ANOVA dari Uji *Glejser*

Sumber	Df	Sum of Square	Mean Square	Fhitung	P-value
Regresi	18	8,70	0,48	1,36	0,2990477
Error	12	4,27	0,36		
Total	30	12,97			

Berdasarkan ANOVA yang diperoleh dari hasil uji *Glejser* seperti yang disajikan pada Tabel 4.8 diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 4,64. Jika dibandingkan dengan nilai $F_{(18,12,0,05)}$ yaitu sebesar 2,58 maka diputuskan untuk H_0 ditolak karena nilai F_{hitung} lebih dari F_{tabel} . Dipertegas pula dengan p-value sebesar 0,2990477. P-value yang didapatkan adalah lebih besar dari nilai $\alpha(0,05)$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa keputusannya adalah H_0 gagal ditolak. Jadi dapat diartikan bahwa tidak terjadi heterokedastisitas. Hal ini menunjukkan bahwa residual telah memenuhi asumsi identik.

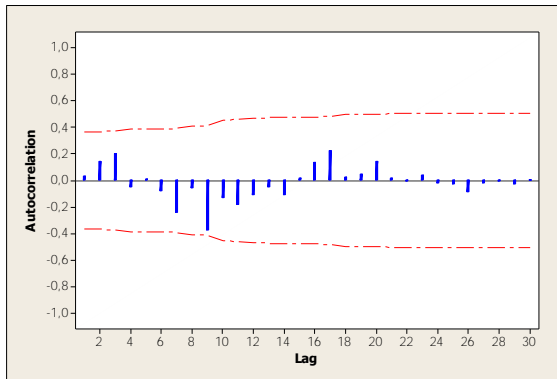
4.7.2 Uji Independen

Untuk melakukan pengujian asumsi residual independen maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \rho = 0 \text{ (residual independen)}$$

$$H_1 : \rho \neq 0 \text{ (residual tidak independen)}$$

Pengujian asumsi residual bersifat independen dilakukan untuk mengetahui apakah korelasi antar residual nol atau tidak. Asumsi residual independen terpenuhi apabila tidak terdapat autokorelasi lag yang keluar dari batas signifikansi. Plot ACF adalah salah satu cara visual yang digunakan untuk mendeteksi adanya autokorelasi antar residual. Asumsi residual independen terpenuhi jika pada plot ACF tidak ada autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi. Berikut disajikan plot ACF dari residual.



Gambar 4.12 ACF dari Residual

Berdasarkan visualisasi plot ACF yang dihasilkan seperti pada Gambar 4.12 terlihat bahwa autokorelasi pada semua lag berada di dalam batas signifikansi atau bisa dikatakan bahwa tidak ada autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 gagal ditolak, maka residual telah memenuhi asumsi independen.

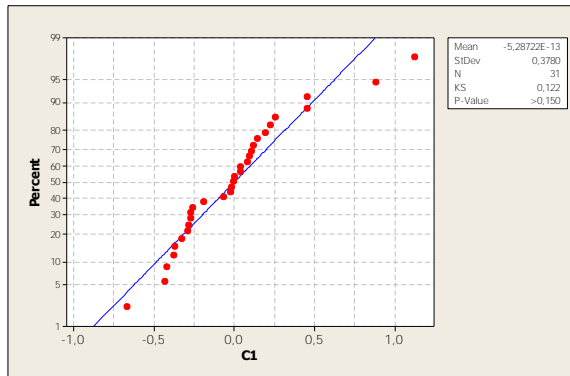
4.7.3 Uji Distribusi Normal

Untuk melakukan pengujian asumsi residual berdistribusi normal digunakan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : F_0(x) = F(x)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F_0(x) \neq F(x)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Pengujian asumsi residual berdistribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah residual telah mengikuti distribusi normal atau tidak. Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk melakukan uji distribusi normal adalah dengan melihat *Normal Probability Plot Residual*. Residual telah dikatakan berdistribusi normal apabila *Normal Probability Plot Residual* cenderung mengikuti garis lurus 45° . Cara lain untuk melakukan pengujian distribusi normal dapat dilakukan dengan Uji Kolmogorov-Smirnov. Berikut adalah hasil uji distribusi normal menggunakan Kolmogorov-Smirnov.



Gambar 4.13 Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov

Berdasarkan Gambar 4.13 terlihat bahwa p-value yang dihasilkan dari uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan nilai >0.150 , nilai ini lebih dari nilai $\alpha(0,05)$. Maka dapat diputuskan H_0 gagal ditolak. Jadi dapat disimpulkan bahwa residual telah memenuhi asumsi berdistribusi normal.

4.8 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka didapatkan model regresi nonparametrik Spline yang terbaik adalah dengan menggunakan kombinasi knot. Berikut adalah model terbaik kombinasi knot yang telah diperoleh.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & -2,24 + 6,47 x_1 + 45,51 (x_1 - 0,29)_+ + 33,92 (x_1 - 0,36)_+ + \\ & 24,42 (x_1 - 0,45)_+ + 0,78 x_2 - 3,38 (x_2 - 9,98)_+ + 6,24 (x_2 - \\ & 10,97)_+ - 5,04 (x_2 - 12,13)_+ - 1,65 x_3 - 0,38 (x_3 - 3,12)_+ + \\ & 1,57 (x_3 - 3,77)_+ + 2,80 (x_3 - 4,53)_+ + 2,59 x_4 - 8,23 (x_4 - \\ & 3,02)_+ + 7,96 (x_4 - 3,83)_+ - 3,04 (x_4 - 4,77)_+ - 0,11 x_5 + 0,13 \\ & (x_5 - 36,51)_+\end{aligned}$$

dari model tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut.

1. Apabila variabel x_2 , x_3 , x_4 , dan x_5 , dianggap konstan maka pengaruh persentase BBLR terhadap gizi buruk adalah

$$\begin{aligned}\hat{y} &= 6,47 x_1 + 45,51 (x_1 - 0,29)_+ + 33,92 (x_1 - 0,36)_+ + \\ & 24,42 (x_1 - 0,45)_+ \\ &= \begin{cases} 6,47 x_1, & x_1 < 0,29 \\ 51,98 x_1 - 13,1979 & 0,29 \leq x_1 < 0,36 \\ 85,9 x_1 - 25,4091 & 0,36 \leq x_1 < 0,45 \\ 110,32 x_1 - 36,3981 & x_1 \geq 0,45 \end{cases}\end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut dapat diinterpretasikan bahwa apabila persentase BBLR kurang dari 0,29% dan apabila persentase BBLR pada keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita akan cenderung naik sebesar 0,0647. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Krampon, Batorasang, Tamberu, Omben, Robatal, Tanggumong, Pangarengan, Kedungdung, Tambelangan, Jungkarang, Banyuates, Sokobanah, Torjun, Sreseh, Pangelen, Kamoning, Ketapang, Gersempal, Rabasan, Jrengik, Polagan, Sampang, Pekalongan, Moktesareh, Jeruk Porot, Taman, Pangongsean, Gulbung.

Apabila persentase BBLR berkisar antara 0,29% hingga 0,36% dan persentase BBLR pada keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita akan cenderung naik sebesar 0,5198. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah

kecamatan Camplong dan Labang. Selanjutnya apabila persentase BBLR berkisar antara 0,36% hingga 0,45% dan apabila persentase BBLR naik 1%, maka persentase gizi buruk balita cenderung naik sebesar 0,859.

Selanjutnya apabila persentase BBLR lebih dari 0,45% dan persentase BBLR dalam keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita cenderung akan naik sebesar 1,1032. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Karang Penang.

2. Apabila variabel x_1 , x_3 , x_4 , dan x_5 , dianggap konstan maka pengaruh persentase ketersediaan posyandu terhadap gizi buruk adalah

$$\begin{aligned}\hat{y} &= 0,78 x_2 - 3,38 (x_2 - 9,98)_+ + 6,24 (x_2 - 10,97)_+ - \\ &\quad 5,04 (x_2 - 12,13)_+ \\ &= \begin{cases} 0,78 x_2, & x_2 < 9,98 \\ -2,6 x_2 + 33,7324 & 9,98 \leq x_2 < 10,97 \\ 3,64 x_2 - 34,7204 & 10,97 \leq x_2 < 12,13 \\ -1,4 x_2 + 26,4148 & x_2 \geq 12,13 \end{cases}\end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut dapat diinterpretasikan bahwa apabila persentase ketersediaan posyandu kurang dari 9,98% dan persentase ketersediaan posyandu pada keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita akan cenderung naik sebesar 0,0078. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Ketapang, Pangarengan, Karang Penang, Taman, Jungkarang dan Rabasan. Hal ini dikarenakan kurang profesional tenaga medis yang menangani terkait masalah gizi khususnya pada balita, sehingga walaupun persentase ketersediaan posyandu meningkat maka persentase gizi buruk balita juga meningkat.

Apabila persentase ketersediaan posyandu berkisar antara 9,98% hingga 10,97% dan persentase ketersediaan posyandu pada keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita

akan cenderung turun sebesar 0,026. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Moktesareh, Tamberu, Banyuates, Jeruk Porot dan Sokobanah. Selanjutnya apabila persentase ketersediaan posyandu berkisar antara 10,97% hingga 12,13% dan persentase ketersediaan posyandu naik 1%, maka persentase gizi buruk balita cenderung naik sebesar 0,0364. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Kamoning, Gubung, Torjun, Pekalongan, Tambelangan, dan Kedungdung. Hal ini dikarenakan kurang profesional tenaga medis yang menangani terkait masalah gizi khususnya pada balita, sehingga walaupun persentase ketersediaan posyandu meningkat maka persentase gizi buruk balita juga meningkat.

Apabila persentase ketersediaan posyandu lebih dari 12,13% dan persentase ketersediaan posyandu dalam keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita cenderung akan turun sebesar 0,014. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Pangongsean, Krampon, Robatal, Tanggumong, Polagan, Batorasang, Jrengik, Gersempal, Pangelen, Labang, Camplong, Sresseh, Omben dan Sampang.

3. Apabila variabel x_1 , x_2 , x_4 , dan x_5 , dianggap konstan maka pengaruh persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan adalah

$$\begin{aligned} \hat{y} &= 1,65 x_3 - 0,38 (x_3 - 3,12)_+ + 1,57 (x_3 - 3,77)_+ + \\ &\quad 2,80 (x_3 - 4,53)_+ \\ &= \begin{cases} 1,65 x_3, & x_3 < 3,12 \\ 1,27 x_3 + 1,1856 & 3,12 \leq x_3 < 3,77 \\ 2,84 x_3 - 4,7333 & 3,77 \leq x_3 < 4,53 \\ 5,64 x_3 - 17,4173 & x_3 \geq 4,53 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut dapat diinterpretasikan bahwa apabila persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan kurang dari 3,12% dan persentase balita yang

mendapatkan pelayanan kesehatan pada keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita akan cenderung naik sebesar 0,0165. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Omben, Pangelen, Sresesh, Tamberu, Pangarengan, Gersempal, Jeruk Porot, Labang, Tanggumong dan Karangpenang. Hal ini dikarenakan kurang profesional tenaga medis yang memberikan pelayanan kesehatan khususnya pada balita, sehingga walaupun persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan meningkat maka persentase gizi buruk balita juga meningkat.

Apabila persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan berkisar antara 3,12% hingga 3,77% dan persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan pada keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita akan cenderung naik sebesar 0,0127. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Taman, Moktesareh, Sampang, Ketapang, Robatal, Pangongsean, Kamoning, Torjun dan Kedungdung.

Selanjutnya, apabila persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan berkisar antara 3,77% hingga 4,53% dan persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan naik 1%, maka persentase gizi buruk balita cenderung naik sebesar 0,0284. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Jrengik, Polagan dan Krampon.

Apabila persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan lebih dari 4,53% dan persentase balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan dalam keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita cenderung akan naik sebesar 0,0564. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Gulbung, Batorasang, Tambelangan, Rabasan, Jungkarang, Pekalongan, Sokobanah, Banyuates dan Camplong.

4. Apabila variabel x_1 , x_2 , x_3 , dan x_5 , dianggap konstan maka pengaruh persentase balita yang mendapatkan vitamin A adalah

$$\hat{y} = 2,59 x_4 - 8,23 (x_4 - 3,02)_+ + 7,96 (x_4 - 3,83)_+ - 3,04 (x_4 - 4,77)_+$$

$$= \begin{cases} 2,59 x_4, & x_4 < 3,02 \\ -5,64 x_4 + 24,8546 & 3,02 \leq x_4 < 3,83 \\ 2,32 x_4 - 5,6322 & 3,83 \leq x_4 < 4,77 \\ -0,72 x_4 + 8,8686 & x_4 \geq 4,77 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut dapat diinterpretasikan bahwa apabila persentase balita yang mendapatkan vitamin A kurang dari 3,02% dan persentase balita yang mendapatkan vitamin A pada keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita akan cenderung naik sebesar 0,0259. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Pekalongan, Camplong, Omben, Taman, Pangelen, Krampon, Moktesareh, Karangpenang, Banyuates, Labang dan Ketapang. Hal ini dikarenakan kurang pahamnya orang tua terkait cara pemberian vitamin A atau bahkan tidak memperhatikan kebersihan dan kehygienisan vitamin A tersebut, sehingga walaupun persentase balita yang mendapatkan vitamin A meningkat maka persentase gizi buruk balita juga meningkat.

Dan apabila persentase balita yang mendapatkan vitamin A berkisar antara 3,02% hingga 3,83% dan persentase balita yang mendapatkan vitamin A pada keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita akan cenderung turun sebesar 0,0564. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Sampang, Rabasan, Tamberu, Kamoning, Jrengik, Sokobanah dan Kedungdung.

Selanjutnya apabila persentase balita yang mendapatkan vitamin A berkisar antara 3,83% hingga 4,77% dan persentase balita yang mendapatkan vitamin A naik 1%, maka persentase gizi buruk balita cenderung naik sebesar 0,0232. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Torjun, Polagan, Gersempal dan Tanggumong. Hal ini dikarenakan kurang pahamnya orang tua terkait cara pemberian vitamin A

atau bahkan tidak memperhatikan kebersihan dan ke higienisan vitamin A tersebut, sehingga walaupun persentase balita yang mendapatkan vitamin A meningkat maka persentase gizi buruk balita juga meningkat.

Apabila persentase balita yang mendapatkan vitamin A lebih dari 4,77% dan persentase balita yang mendapatkan vitamin A dalam keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita cenderung akan turun sebesar 0,0072. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Pangarengan, Sreseh, Gubung, Tambelangan, Jeruk Porot, Pangongsean, Batorasang, Robatal dan Jungkarang.

5. Apabila variabel x_1 , x_2 , x_3 , dan x_4 , dianggap konstan maka pengaruh persentase balita yang mendapatkan ASI Eksklusif adalah

$$\begin{aligned}\hat{y} &= 0,11 x_5 + 0,13 (x_5 - 36,51)_+ \\ &= \begin{cases} 0,11 x_5, & x_5 < 36,51 \\ 0,24 x_5 - 4,7463 & x_5 \geq 36,51 \end{cases}\end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut dapat diinterpretasikan bahwa apabila persentase balita yang mendapatkan ASI Eksklusif kurang dari 36,51% dan persentase balita yang mendapatkan ASI Eksklusif pada keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita akan cenderung naik sebesar 0,011. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Sokobanah, Jeruk Porot, Tambelangan, Robatal, Labang, Gulbung, Pangarengan, Jungkarang, Moktesareh, Pekalongan, Pangongsean, Rabasan, Sreseh, Tamberu, Tanggumong, Polagan, Banyuates, Kamoning, Kedungdung dan Gersempal. Hal ini dikarenakan kurang pahamnya orang tua terkait cara pemberian ASI eksklusif atau bahkan tidak memperhatikan kebersihan dan ke higienisan ASI eksklusif tersebut, sehingga walaupun persentase balita yang

mendapatkan ASI eksklusif meningkat maka persentase gizi buruk balita juga meningkat.

Sementara, apabila persentase balita yang mendapatkan ASI Eksklusif lebih dari 36,51% dan persentase balita yang mendapatkan ASI Eksklusif pada keadaan ini naik 1%, maka persentase gizi buruk balita akan cenderung naik sebesar 0,024. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kecamatan Krampon, Batorasang, Karang Penang, Jrengik, Pangelen, Ketapang, Torjun, Camplong, Sampang, Taman dan Omben. Hal ini dikarenakan kurang pahamnya orang tua terkait cara pemberian ASI eksklusif atau bahkan tidak memperhatikan kebersihan dan kehygienisan ASI eksklusif tersebut, sehingga walaupun persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif meningkat maka persentase gizi buruk balita juga meningkat.

(...Halaman Ini Sengaja Dikosongkan...)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Rata-rata persentase gizi buruk balita di tiap kecamatan di Kabupaten Sampang selama tahun 2013 adalah sebesar 2,44 persen dengan varians sebesar 1,14. Kecamatan dengan persentase gizi buruk terendah adalah kecamatan Sampang dengan persentase sebesar 1,29. Sementara, kecamatan dengan persentase gizi buruk tertinggi di Kabupaten Sampang adalah kecamatan Tambelangan dengan persentase sebesar 5,35.
2. Model regresi yang diperoleh merupakan model regresi nonparametrik spline dengan titik knot optimal menggunakan knot kombinasi untuk komponen nonparametriknya dimana variabel x_1 memiliki 3 knot, variabel x_2 memiliki 3 knot, variabel x_3 memiliki 3 knot, variabel x_4 memiliki 3 knot dan variabel x_5 memiliki 1 knot. Model regresi nonparametrik spline yang dihasilkan adalah :

$$\begin{aligned}\hat{y} = & -2,24 + 6,47 x_1 + 45,51 (x_1 - 0,29)_+ + 33,92 (x_1 - 0,36)_+ + \\ & 24,42 (x_1 - 0,45)_+ + 0,78 x_2 - 3,38 (x_2 - 9,98)_+ + \\ & 6,24 (x_2 - 0,97)_+ - 5,04 (x_2 - 12,13)_+ - 1,65 x_3 - \\ & 0,38 (x_3 - 3,12)_+ + 1,57 (x_3 - 3,77)_+ + 2,80 (x_3 - 4,53)_+ + \\ & 2,59 x_4 - 8,23 (x_4 - 3,02)_+ + 7,96 (x_4 - 3,83)_+ - \\ & 3,04 (x_4 - 4,77)_+ - 0,11 x_5 + 0,13 (x_5 - 36,51)_+\end{aligned}$$

Faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk balita di kabupaten Sampang yaitu Bayi Berat Lahir Rendah (x_1), Ketersediaan posyandu (x_2), Balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan (x_3), Balita yang mendapatkan vitamin A (x_4) dan Balita yang mendapatkan ASI Eksklusif (x_5). Nilai koefisien determinasi atau R^2 sebesar 87,45% sehingga dapat

dikatakan bahwa model regresi nonparametrik spline yang dihasilkan merupakan model yang baik dan layak digunakan untuk pemodelan.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah

1. Penambahan variabel-variabel lain pada model regresi nonparametrik spline yang diduga berpengaruh terhadap persentase gizi buruk balita di kabupaten Sampang seperti persentase balita yang mendapatkan imunisasi dan persentase balita yang menderita penyakit menular (ISPA dan diare).
2. Untuk menekan tingginya angka gizi buruk di Kabupaten Sampang pemerintah sebaiknya lebih memperhatikan kelima variabel yang terbukti berpengaruh terhadap gizi buruk di Kabupaten Sampang yaitu Bayi Berat Lahir Rendah, Ketersediaan posyandu, Balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan, Balita yang mendapatkan vitamin A dan Balita yang mendapatkan ASI Eksklusif. Program yang dapat dilakukan oleh pemerintah diantaranya mengadakan bulan timbang balita agar dapat mengontrol status gizi balita tiap bulannya. Selain itu, dapat pula dilakukan pelatihan rutin terhadap tenaga medis di Kabupaten Sampang agar keterampilan dalam menangani pasien dapat meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhasan. (2012). *Indikator dan Cara Penentuan Status Gizi Balita*. Diakses 26 Februari 2014 dari http://alhasan.blogspot.com/2012/09/indikator-dan-cara-penentuan-status_3.html
- Budiantara, I. N. (2001). *Estimasi Parametrik dan Nonparametrik untuk Pendekatan Kurva Regresi*, Seminar Nasional Statistika V, Jurusan Statistika, FMIPA, ITS, Surabaya.
- Basri. (2012). *Faktor Utama Penyebab Gizi Buruk Anak*. Diakses 21 Januari 2013 dari <http://female.kompas.com/read/2012/01/30/13325976/Faktor.Utama.Penyebab.Gizi.Buruk.Anak>
- Dewi, R.K. (2012). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Angka Gizi Buruk di Jawa Timur dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline*. Tesis, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Drapper, N.R. dan Smith, H, (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Edisi Kedua. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Eubank, R.L, (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. Marcel Dekker.Inc. New York.
- Gujarati, D, (1992). *Essentials of Econometrics*. McGraw-Hill.Inc. New York.
- Hayati,M, (2009). *Analisis Diskriminan pada Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Gizi Buruk Balita Di Jawa Timur*. Tugas akhir, Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

- Hardle, W, (1990). *Applied Nonparametric Regression*. Cambridge University Press. New York.
- Marice, D, (2006). *Klasifikasi Status Gizi balita dengan Pendekatan Analisis Diskriminan Bootstrap*. Tugas akhir, Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Mubarak, R. (2012). *Analisis Regresi Spline Multivariabel untuk Pemodelan Kematian Penderita Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jawa Timur*. Tugas Akhir S1, Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Riskiyanti. (2013). *Angka Penurunan Gizi Buruk Balita Sulit Penuhi Target MDG's*. Diakses 28 Januari 2014 dari <http://health.liputan6.com/read/520968/angka-penurunan-gizi-buruk-balita-sulit-penuhi-target-mdgs>
- Samsul. (2012). *Faktor yang Menyebabkan Terjadinya Gizi Buruk*. Diakses 20 Januari 2013 dari <http://www.infogizi.com/91/faktor-yang-menyebabkan-terjadinya-gizi-buruk.html>
- Siswono. (2012). *900 Ribu Balita Indonesia Bergizi Buruk*. Diakses 24 Februari 2014 dari <http://www.tribunnews.com/2012/01/18/900-ribu-balita-indonesia-bergizi-buruk>
- Surbakti, S. (2007). *Upaya Pemantauan dan Evaluasi Program Pelayanan Sosial Ibu dan Anak Melalui Indikator Pembangunan Millenium di Indonesia*, h. 1-38. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Walpole, R, (1995). *Pengantar Statistika*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wahba, G, (1990). *Spline Models For Observasion Data*. SIAM Pensylvania.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 1. Data Persentase Gizi Buruk Balita di Kabupaten Sampang dan Faktor yang diduga Mempengaruhi tahun 2013

y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1.95	0.13	7.01	3.29	2.8	53.3
4.81	0.67	9.1	3.09	2.3	47.2
1.39	0.12	11.6	3.53	4.7	55.4
1.79	0.16	10.5	3.28	2.2	27.7
3.02	0.14	9.8	5.13	3.4	30.6
2.24	0.09	12.1	3.55	3.6	34.1
1.96	0.11	9.4	5.38	7.2	27.2
2.44	0.09	7.9	2.92	4.8	26.6
2.48	0.14	13.3	2.97	4.4	35.1
5.35	0.11	12.1	5.05	5.5	24.5
1.46	0.28	11.2	4.77	5.2	26.4
2.33	0.12	10.9	5.92	3.6	21.2
1.42	0.13	11.2	3.48	3.5	33.4
2.31	0.09	12.4	3.07	3.9	31.7
4.93	0.12	10.6	6.18	2.4	32.4
1.82	0.16	12.1	5.41	0.6	28.3
3.13	0.13	13.7	1.87	1.6	50.2
1.29	0.15	15.1	3.29	3.3	57.9
2.22	0.08	15.1	1.18	1.4	78.9
2.21	0.15	12.5	4.17	4.6	31.8
2.34	0.09	12.4	3.43	7.2	24.8
1.45	0.08	10.6	2.62	3.5	31.4
2.49	0.07	12.2	4.31	2.1	40.4
1.54	0.08	12.6	5.05	6.3	42.2

LAMPIRAN 1. Data Persentase Gizi Buruk Balita di Kabupaten Sampang dan Faktor yang diduga Mempengaruhi tahun 2013 (Lanjutan)

y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1.37	0.15	13.1	3.91	3.6	47.7
2.31	0.21	10.7	2.98	5.7	24.3
4.11	0.24	12.2	3.47	6.3	28.7
1.79	0.31	14.1	6.47	0.9	56.9
3.34	0.35	13.9	3.02	2.6	25.3
2.03	0.22	9.27	3.17	1.5	60.4
2.28	0.13	14.5	2.55	5.2	30.9

Keterangan :

- y : Persentase gizi buruk balita
 x_1 : Persentase Bayi Berat Lahir Rendah
 x_2 : Persentase Ketersediaan Posyandu
 x_3 : Persentase Balita yang Mendapatkan Pelayanan Kesehatan
 x_4 : Persentase Balita yang Mendapatkan Vitamin A
 x_5 : Persentase Balita yang Mendapatkan ASI Eksklusif

LAMPIRAN 2. Program Regresi Nonparametrik Spline Linear Menggunakan *Software R*

#PROGRAM GCV UNTUK 2 TITIK KNOT

```

GCV1=function(para)
{
  data=read.table("d://TA.txt",header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-para-1

```

```

dataA=data[, (para+2):q]
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot1=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
  for (j in (1:nk))
  {
    a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
    knot1[j,i]=a[j]
  }
}
a1=length(knot1[,1])
knot1=knot1[2:(a1-1),]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=m,nrow=p)
data2=data[,2:q]
a2=nrow(knot1)
GCV=rep(NA,a2)
Rsqr=rep(NA,a2)
for (i in 1:a2)
{
  for (j in 1:m)
  {
    for (k in 1:p)
    {
      if (data[k,(j+para+1)]<knot1[i,j])    data1[k,j]=0    else
data1[k,j]=data[k,(j+para+1)]-knot1[i,j]
    }
  }
}
mx=cbind(aa,data2,data1)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])

```

```

yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
  sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
  sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
  SSE=SSE+sum
  SSR=SSR+sum1
}
Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
print(max(Rsqr))
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 1 knot", "\n")

```

```

cat("=====","\n")
cat(" GCV =",s1,"\n")
write.csv(GCV,file="d:/output GCV1.csv")
write.csv(Rsq,file="d:/output Rsq1.csv")
write.csv(knot1,file="d:/output knot1.csv")
}

```

#PROGRAM GCV UNTUK 2 TITIK KNOT

```

GCV2=function()
{
  data=read.table("D:/TA.txt", header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-1
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
    {
      a=seq(min(data[,i+1]),max(data[,i+1]),length.out=50)
      knot[j,i]=a[j]
    }
  }
  z=(nk*(nk-1)/2)
  knot2=cbind(rep(NA,(z+1)))
  for (i in (1:m))
  {
    knot1=rbind(rep(NA,2))
    for (j in 1:(nk-1))
    {

```



```

                                for (k in (j+1):nk)
                                {
                                xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i])
                                knot1=rbind(knot1,xx)
                                }
                                }
knot2=cbind(knot2,knot1)
}
knot2=knot2[2:(z+1),2:(2*m+1)]
aa=rep(1,p)
data2=matrix(ncol=(2*m),nrow=p)
data1=data[,2:q]
a1=length(knot2[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsqr=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:(2*m))
  {
    if (mod(j,2)==1) b=floor(j/2)+1 else b=j/2
    for (k in 1:p)
    {
      if (data1[k,b]<knot2[i,j]) data2[k,j]=0 else
data2[k,j]=data1[k,b]-knot2[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data1,data2)
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {

```

```

sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)

cat("=====  

=====","\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 2 knot","\n")

cat("=====  

=====","\n")
print (knot2)

cat("=====  

=====","\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 2 knot","\n")

cat("=====  

=====","\n")
print (Rsqr)

cat("=====  

=====","\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 2 knot","\n")

```

```

cat("=====
=====","\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)

cat("=====
=====","\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot","\n")

cat("=====
=====","\n")
cat(" GCV =",s1,"\n")
write.csv(GCV,file="d:/output GCV2.csv")
write.csv(Rsq,file="d:/output Rsq2.csv")
write.csv(knot2,file="d:/output knot2.csv")
}

```

#PROGRAM GCV UNTUK 3 TITIK KNOT

```

GCV3=function(para)
{
  data=read.table("d://TA.txt",header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-para-1
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  dataA=data[(para+2):q]
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))

```

```

{
  a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
  knot[j,i]=a[j]
}
}
knot=knot[2:(nk-1),]
a2=nrow(knot)
z=(a2*(a2-1)*(a2-2)/6)
knot1=cbind(rep(NA,(z+1)))
for (i in (1:m))
{
  knot2=rbind(rep(NA,3))
    for (j in 1:(a2-2))
    {
      for (k in (j+1):(a2-1))
      {
        for (g in (k+1):a2)
        {
          xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i],knot[g,i])
          knot2=rbind(knot2,xx)
        }
      }
    }
  knot1=cbind(knot1,knot2)
}
knot1=knot1[2:(z+1),2:(3*m+1)]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=(3*m),nrow=p)
data2=data[, (para+2):q]
a1=length(knot1[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsqr=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{

```

```

for (j in 1:ncol(knot1))
{
  b=ceiling(j/3)
  for (k in 1:p)
  {
    if (data2[k,b]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else
data1[k,j]=data2[k,b]-knot1[i,j]
  }
}
mx=cbind(aa,data[,2:q],data1)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
  sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
  sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
  SSE=SSE+sum
  SSR=SSR+sum1
}
Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")

```

```

print (knot1)
cat("=====","\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 3 knot","\n")
cat("=====","\n")
print (Rsqr)
r=max(Rsqr)
print (r)
cat("=====","\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 3 knot","\n")
cat("=====","\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====","\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 3 knot","\n")
cat("=====","\n")
cat(" GCV =",s1,"\n")
write.csv(GCV,file="d:/output GCV3.csv")
write.csv(Rsqr,file="d:/output Rsqr3.csv")
write.csv(knot1,file="d:/output knot3.csv")
}

```

#PROGRAM GCV UNTUK KNOT KOMBINASI

```

GCVkom=function(para)
{
  data=as.matrix(data)
  p1=length(data[,1])
  q1=length(data[1,])
  v=para+2
  F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
  diag(F)=1
  x1=read.table("d:/x1.txt")
  x2=read.table("d:/x2.txt")
  x3=read.table("d:/x3.txt")
  x4=read.table("d:/x4.txt")
}

```

```

x5=read.table("d:/x5.txt")
n2=nrow(x1)
a=matrix(nrow=5,ncol=3^5)
m=0
for (i in 1:3)
for (j in 1:3)
for (k in 1:3)
for (l in 1:3)
for (s in 1:3)
{
m=m+1
a[,m]=c(i,j,k,l,s)
}
a=t(a)
GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^5)
for (i in 1:3^5)
{
for (h in 1:nrow(x1))
{
if (a[i,1]==1)
{
gab=as.matrix(x1[,1])
gen=as.matrix(data[,v])
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,1]==2)
{
gab=as.matrix(x1[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v]))

```

```

aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x1[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,2]==1)
{
gab=as.matrix(x2[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+1)])
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else
if (a[i,2]==2)
{
gab=as.matrix(x2[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)],data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)

```



```

for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x2[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)], data[, (v+1)], data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,3]==1)
{
gab=as.matrix(x3[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+2)])
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,3]==2)
{
gab=as.matrix(x3[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)

```

```

for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x3[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,4]==1)
{
gab=as.matrix(x4[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+3)])
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,4]==2)
{
gab=as.matrix(x4[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))

```

```

{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x4[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,5]==1)
{
gab=as.matrix(x5[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+4)])
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else
if (a[i,5]==2)
{
gab=as.matrix(x5[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)], data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{

```

```

if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x5[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)], data[, (v+4)], data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd,ee))
mx=cbind(rep(1,nrow(data)),data[,2:q1],na.omit(ma))
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in 1:nrow(data))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsqr=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p1
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
GCV[h,i]=MSE/A2

```

```

}

if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
sp=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else
spl=x2[,4:6]
if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
splin=x3[,4:6]
if (a[i,4]==1) spline=x4[,1] else
if (a[i,4]==2) spline=x4[,2:3] else
spline=x4[,4:6]
if (a[i,5]==1) splines=x5[,1] else
if (a[i,5]==2) splines=x5[,2:3] else
splines=x5[,4:6]
kkk=cbind(sp,spl,splin,spline,splines)
cat("=====", "\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsq)
}
write.csv(GCV,file="output GCV kombinasi sherly.csv")
write.csv(Rsq,file="output Rsq kombinasi sherly.csv")
}

```

#UJI SIGNIFIKANSI PARAMETER

```

uji=function(alpha,para)
{
data=read.table("d:/TA.txt")
knot=read.table("d:/knot.txt")
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)

```

```

ybar=mean(data[,1])
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+4])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
    for(j in 1:p)
    {
        if      (dataA[j,i]<knot[1,i])      data.knot[j,i]=0      else
data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
    }
}
mx=cbind(satu,
data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4],data.knot[,7:9],data[,5],data.knot[,10:12],data[,6],data.knot[,13])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%data[,1]
cat("=====", "\n")
cat("Estimasi Parameter", "\n")
cat("=====", "\n")
print (B)
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
res=data[,1]-yhat
SSE=sum((data[,1]-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-ybar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)

```

```

MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/(SSR+SSE))*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang
signifikan", "\n")
cat("", "\n")
}
else
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan", "\n")
cat("", "\n")
}

#uji t (uji individu)

thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
SE=sqrt(diag(MSE*(pinv(t(mx)%*%mx))))
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji individu", "\n")
cat("-----", "\n")
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)

```

```

for (i in 1:n1)
{
thit[i]=B[i,1]/SE[i]
pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(p-n1),lower.tail=FALSE))
if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho yakni prediktor signifikan
dengan pvalue",pval[i],"\n") else cat("Gagal tolak Ho yakni
prediktor tidak signifikan dengan pvalue",pval[i],"\n")
}
thit=as.matrix(thit)
cat("=====", "\n")
cat("nilai t hitung", "\n")
cat("=====", "\n")
print (thit)
cat("Analysis of Variance", "\n")
cat("=====", "\n")
      cat("Sumber      df      SS      MS      Fhit", "\n")
      cat("Regresi      ",(n1-1)," ",SSR," ",MSR," ",Fhit," \n")
      cat("Error        ",p-n1," ",SSE," ",MSE," \n")
      cat("Total         ",p-1," ",SST," \n")
cat("=====", "\n")
      cat("s=",sqrt(MSE),"      Rsq=",Rsq," \n")
      cat("pvalue(F)=",pvalue," \n")
write.csv(res,file="d:/output uji residual.csv")
write.csv(pval,file="d:/output uji pvalue.csv")
write.csv(mx,file="d:/output uji mx.csv")
write.csv(yhat,file="d:/output uji yhat.csv")
}

```


LAMPIRAN 3. Program Uji Glejser Menggunakan R

```

glejser=function(data,knot,res,alpha,para)
{
  data=as.matrix(data)
  knot=as.matrix(knot)
  res=abs(res)
  res=as.matrix(res)
  rbar=mean(res)
  m=para+2
  p=nrow(data)
  q=ncol(data)
  dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+4])
  dataA=as.matrix(dataA)
  satu=rep(1,p)
  n1=ncol(knot)
  data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
  for (i in 1:n1)
  {
    for(j in 1:p)
    {
      if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else
      data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
    }
  }
  mx=cbind(satu,
  data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4],data.knot[,7:9],data[,5],data.knot[,10:12],data[,6],data.knot[,13])
  mx=as.matrix(mx)
  B=(ginv(t(mx))%*%mx))%*%t(mx)%*%res
  n1=nrow(B)
  yhat=mx%*%B
  residual=res-yhat

```

```

SSE=sum((res-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-rbar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/SST)*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
cat("-----","\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
cat("-----","\n")
cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan
atau terjadi heteroskedastisitas","\n")
cat("","\n")
}
else
{
cat("-----","\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
cat("-----","\n")
cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas","\n")
cat("","\n")
}
cat("Analysis of Variance","\n")
cat("=====","\n")
cat("Sumber          df          SS          MS
Fhit","\n")
cat("Regresi          ",(n1-1)," ",SSR,"
",MSR,"",Fhit,"\n")
cat("Error          ",p-n1," ",SSE,"",MSE,"\n")

```

```

cat("Total      ",p-1," ",SST,"\n")
cat("=====","\n")
cat("s=",sqrt(MSE)," Rsq=",Rsq,"\n")
cat("pvalue(F)=",pvalue,"\n")
}

```

LAMPIRAN 4. *Output Uji Signifikansi Parameter*

Estimasi Parameter

```

[1,] -2.2451195
[2,]  6.4733643
[3,] -45.5060464
[4,] 33.9196442
[5,] 24.4221438
[6,]  0.7764125
[7,] -3.3776169
[8,]  6.2416014
[9,] -5.0384599
[10,] -1.6484967
[11,] -0.3797538
[12,]  1.5674108
[13,]  2.8001358
[14,]  2.5898389
[15,] -8.2337978
[16,]  7.9629029
[17,] -3.0437482
[18,] -0.1071986
[19,]  0.1269128

```

Kesimpulan hasil uji serentak

Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

Kesimpulan hasil uji individu

```

Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.4961563
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.04594144
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02776436
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02217477
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02217477
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02068745
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.003185475

```

```

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0001782844
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 3.457061e-05
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.006029645
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.7802757
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.433254
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0421407
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 7.599998e-05
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 5.706368e-05
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0001805903
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.002323545
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01931937
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.03457301
=====
nilai t hitung
=====
      [,1]
[1,] -0.7018568
[2,]  2.2259845
[3,] -2.5029570
[4,]  2.6251124
[5,]  2.6251124
[6,]  2.6627132
[7,] -3.6736748
[8,]  5.3336622
[9,] -6.3892451
[10,] -3.3271666
[11,] -0.2853041
[12,]  0.8108240
[13,]  2.2738927
[14,]  5.8698399
[15,] -6.0559684
[16,]  5.3257708
[17,] -3.8468159
[18,] -2.6997201
[19,]  2.3830061

Analysis of Variance
=====
Sumber      df      SS      MS      Fhit
Regresi      18    29.86597    1.65922  4.645313
Error       12     4.28618    0.3571817
Total       30    34.15215
=====
s= 0.5976468 Rsq= 87.44975
pvalue(F)= 0.00476311
> |

```

LAMPIRAN 5. *Output Uji Glejser*

```
-----
Kesimpulan hasil uji serentak
-----
```

```
Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan atau tidak te$
```

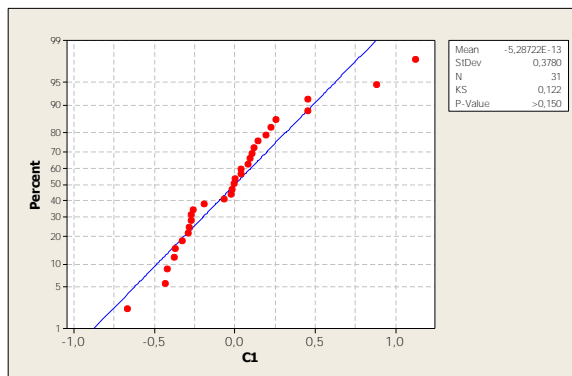
```
Analysis of Variance
```

```
=====
Sumber      df      SS      MS      Fhit
Regresi     18    8.696565  0.4831425  1.356858
Error       12    4.272894  0.3560745
Total       30   12.96946
=====
```

```
s= 0.5967198 Rsq= 67.05418
```

```
pvalue(F)= 0.2990477
```

```
> |
```

LAMPIRAN 6 *Output Uji Kolmogorov-Smirnov*

(...Halaman ini sengaja dikosongkan...)

BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Sulistya Ummie Ruhmana Sari dan akrab dipanggil Sulis terlahir dari pasangan Seto Wardoyo dan Ummu Kultum tepatnya pada tanggal 7 Juni 1992 dan merupakan anak bungsu dari 3 bersaudara. Penulis yang lahir dan besar di Sampang Madura ini telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Gunong Sekar 1 Sampang (1998-2004), SMP Negeri 1 Sampang (2004-2007), dan SMA Negeri 1 Sampang (2007-2010). Selepas itu, penulis yang hobi memasak inipun memutuskan untuk melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya jurusan Statistika melalui jalur PMDK reguler (2010-2014).

Semasa perkuliahan, penulis aktif di kegiatan organisasi antara lain Forum Mahasiswa Sampang ITS (FORMAS), dan penulis juga aktif dalam kegiatan karya tulis salah satunya adalah PKM (Program Kreativitas Mahasiswa). Penulis mempunyai prinsip yang selalu dipegang teguh adalah “No Pain No Gain”, tidak ada keberhasilan tanpa adanya rasa sakit dan “Man Jadda Wa Jadda”, setelah kesulitan pasti ada kemudahan. Email pribadi penulis dapat diakses melalui sulistya.statistikaits@gmail.com.